



Diplomarbeit

Pilotstudie zur Weiterentwicklung und zur Einführung einer Bewertungsmethode für ein nationales Deponierating in der Schweiz

Karin Winter

Betreuer: Prof. Dr. Wolfgang Fischer
Dr. Daniel J. Lang

Oktober 2006 – April 2007

Natural and Social Science Interface, ETH Zürich

Institut für Geographie und Raumforschung, Karl-Franzens-Universität Graz

Karin Winter

Pilotstudie zur Weiterentwicklung und zur Einführung einer Bewertungsmethode für ein nationales Deponierating in der Schweiz

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades einer
Magistra
an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Karl-Franzens-Universität
Graz in Zusammenarbeit mit der Professur für Umweltnatur- und
Umweltsozialwissenschaften der Eidgenössischen Technischen
Hochschule (ETH) Zürich

Prof. Dr. Wolfgang Fischer: Institut für Geographie und Raumforschung, Graz

Dr. Daniel J. Lang: Professur für Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, Zürich

Zürich, April 2007

VORWORT

Im Juli und August 2006 konnte ich ein Praktikum am Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) in Zürich machen. Im Rahmen des Praktikums konnte ich beim Aufbau eines schweizweiten Deponieratings mitarbeiten. Dies geschah in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich, welche schlussendlich auch zu meinem Arbeitsplatz während dieser zwei Monate wurde.
Während des Praktikums wurde mir die Möglichkeit angeboten, meine Diplomarbeit über die zweite Pilotstudie des Projektes zu verfassen. Aus diesem Grund habe ich mich dazu entschlossen in Zürich zu bleiben und mein Studium mit dieser Arbeit abzuschließen.

Ich möchte allen Personen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, herzlich danken. Vor allem geht mein Dank an:

Dr. Daniel J. Lang vom Institut für Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften (UNS) der ETH Zürich für die Ermöglichung dieser Diplomarbeit, seiner sehr guten fachlichen Begleitung, sowie seiner guten Unterstützung während meines Aufenthaltes in Zürich.

Prof. Dr. Wolfgang Fischer vom Institut für Geographie und Raumforschung der Karl-Franzens-Universität Graz für seine gute Betreuung und jegliche Hilfe und Unterstützung in Graz.

Franz Fischer vom Verband für Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen (VBSA) für die sehr gute Einführung in das Thema Deponierung und vor allem für den Beistand bei den Deponiebewertungen, sowie für jede Hilfestellung, wenn welche gebraucht wurde.

Herrn Christian Sieber vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) für die Praktikumsbetreuung im Sommer 2006 und für die sehr gute Betreuung während meiner Diplomarbeitszeit.

Brigitte Suter, mit der ich am selben Projekt gearbeitet habe. Wir konnten uns gegenseitig immer wieder weiterhelfen und das gemeinsame Arbeiten hat viel Freude bereitet.

Katrin Hächler und Simone Bircher, für die tolle Wohngemeinschaft und die aufbauenden und ermutigenden Gespräche. Vor allem bei Katrin möchte ich mich noch für das aufmerksame Korrekturlesen und die guten Tipps bedanken.

Irene Jammernegg, sie hat mich bei universitären Angelegenheiten in Graz unterstützt, was mir eine große Hilfe war. Auch danke ich ihr für die gute Freundschaft, die sich während unserer gemeinsamen Studienzeit entwickelt hat.

Gabriele Kremser, für das Korrekturlesen meiner Arbeit und ihre Freundschaft. Ihre Ideen und Ratschläge waren sehr wertvoll.

Ein großer Dank gilt meiner Familie. Meinem Bruder Bernd und vor allem meinen Eltern, Franz und Elisabeth Winter. Sie standen mir während meines ganzen Studiums zur Seite und haben nie an mir gezweifelt. Vor allem möchte ich mich für ihre Unterstützung bedanken, ohne die vieles nicht möglich gewesen wäre.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Oktober 2005 beschlossen der Verband für Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen (VBSA), das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich, die Interessengemeinschaft für die Entsorgung der Region Zürich (IGEZ) und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich ein Deponierating zu kreieren, welches schweizweit Verwendung finden soll. Das Ziel des Ratings ist ein transparenter Qualitätscheck der verschiedenen Deponien in der Schweiz, um diese miteinander vergleichen zu können. Aufbauend darauf kann eine Risikoanalyse erfolgen, welche für eine Versicherungslösung, betreffend Deponienachsorge, anwendbar wäre. Um die Qualität der Deponien einschätzen zu können, sollen diese mit einer Bewertungsmethode in Form eines Kriterienkatalogs beurteilt werden. Der Kriterienkatalog beinhaltet 15 Kriterien, welche durch Indikatoren oder Situationsbeschreibungen Risikopunkte zugeordnet bekommen. Um einen Vergleich zwischen den Deponien zu erzielen, sollen die Risikopunkte der einzelnen Kriterien gewichtet und zu einem Gesamtratingwert zusammengefasst (aggregiert) werden.

Das Projekt „Deponierating“ wurde in zwei Pilotstudien unterteilt. In Pilotstudie 1 wurde die Bewertungsmethode bereits während einer ersten Diplomarbeit geprüft. Damit konnten Verbesserungsvorschläge geliefert werden. Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit wurde Pilotstudie 2 durchgeführt. Um die Praxistauglichkeit der, an die Verbesserungsvorschläge angepassten, Bewertungsmethode zu prüfen, wurden sieben Schweizer Deponien bewertet. Um eine passende Gewichtung für die Kriterien auszuarbeiten, wurde eine Expertenbefragung in Form eines Fragebogens durchgeführt. Parallel zur Gewichtung kam es anhand des Fragebogens zu einer Beurteilung der Qualität der Bewertungsmethode durch die Experten. Um die gewichteten und aggregierten Gesamtratingwerte der verschiedenen Deponien gut vergleichen zu können, wurden ein „Rating-Code“ entwickelt, eine Darstellung der Gesamtratingwerte in Buchstaben, welcher auf einem Label veranschaulicht werden soll.

Die Deponiebewertungen zeigten, dass die Bewertungsmethode anwendbar ist. Auch wurde diese von den Experten als durchwegs geeignet eingestuft. Folglich wurden der Kriterienkatalog, der Vorschlag für die Kriteriengewichtung und der ausgearbeitete Rating-Code an den VBSA für eine Praxiseinführung übergeben.

ABSTRACT

In October 2005, two Swiss associations of operators of waste treatment plants (Verband der Betriebsleiter und Betreiber Schweizerischer Abfallanlagen, VBSA; and Interessengemeinschaft der Entsorger der Region Zürich, IGEZ), the cantonal environmental protection agency of Zurich (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, AWEL), the national environmental protection agency of Switzerland (Bundesamt für Umwelt, BAFU), and the chair of natural and social science interface at ETH Zurich decided to run a pilot study with the intention of implementing a nationwide landfill rating (LANG et al, 2006). The goal of this rating is a transparent quality review allowing the comparison of landfills. Thereupon it is possible to perform a risk assessment which, for instance, can be used to develop specific landfill insurances.

A check list including 15 criteria was designed to serve as landfill valuation method. On the basis of indicators or setting descriptions these criteria have to be rated and will be allocated by risk items of a pre-assigned evaluation scale. For comparison of the landfills it is important to weigh the risk items of the single criteria and combine the results in one aggregated rating value.

The project 'landfill rating' was subdivided into two pilot studies. In pilot study 1 the rating method was tested in the context of a diploma thesis whereby suggestions for improvement could be submitted. Within the framework of the present diploma thesis pilot study 2 was conducted. In order to check the practical feasibility of the landfill valuation method, which was adjusted to the suggestions for improvement in advance, seven Swiss landfills were rated. By consulting experts using a questionnaire the significance and simultaneously the quality of the rating method was examined. In order to render the weighted aggregated rating values of the different landfills well comparable with each other, a rating code was developed. The code is represented by alphabetic characters and shown in the form of a label.

In March 2007, the results of this assignment were turned over to the VBSA and thus, are now under offer. However, up to the definite practical introduction further steps need to be undertaken regarding the standardisation of the rating method, such as commercialisation and funding of the rating, the set-up of an independent rating-organisation and the development of a rating-tool.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

TABELLENVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG

Weltweit gesehen führt die soziale und ökonomische Entwicklung zu einer übermäßigen Produktion von Abfall, wobei es sich zum größten Teil um Siedlungs- und Industrieabfall handelt (RAPTI-CAPUTO et al, 2006). Die Entsorgungssituation von zivilisatorisch bedingten Abfällen hat sich zwar während der letzten 30 Jahre zum Positiven gewendet, zu beachten ist jedoch, dass man hier in erster Linie von Ländern im zentralen Raum der EU und weltweit ähnlich entwickelten Gebieten spricht. Neben den gesetzlichen Grundlagen zur geordneten Entsorgung der Abfälle hat auch die Etablierung eines dementsprechenden Wirtschaftszweigs mit vielen daran gekoppelten Arbeitsplätzen zur positiven Entwicklung beigetragen (FISCHER, 2004). In der Schweiz kam es in der Periode von 1986 bis 2004 zu bedeuteten ökologischen Verbesserungen im Bereich der Abfallentsorgung. Heute ist die Abfallwirtschaft in der Schweiz ein gut funktionierendes Gesamtsystem mit öffentlichen und privaten Akteuren, von der nur mehr geringe Umweltbelastungen ausgehen. Auch wenn die Bilanz der Abfallpolitik des Bundes insgesamt positiv ausfällt, sind dennoch Schwachstellen oder Lücken in einzelnen Bereichen erkennbar. Die Aufsicht über die Vollzugsaktivitäten der Kantone sowie die Kontrolle der Umsetzung von abfallrechtlichen Bestimmungen in der Wirtschaft sind lückenhaft. Der Vollzug der Umweltvorschriften erfolgt zum Teil uneinheitlich. Darüber hinaus ist die Deponienachsorge nicht ausreichend gesichert. Deponien weisen nach wie vor unterschiedliche technische Standards auf und die Nachsorgeregelungen bzw. die entsprechenden Aufwendungen für eine Nachsorge variieren kantonsspezifisch (HANSER et al, 2006).

Um das Ziel einer umweltverträglichen Abfallwirtschaft zu erreichen, müssen vor allem im Bereich Deponien hohe Anforderungen gestellt werden. Nicht fachgerecht angelegte und bewirtschaftete Deponien gefährden durch Schadstoffbelastungen die Umwelt und nachträglich notwendige Sanierungen führen zu bedeutenden Kosten. Eine Sicherstellung der kurz- und langfristigen Deponienachsorge in der ganzen Schweiz ist wichtig (HANSER et al, 2006). Aus diesem Grund wurde vom Verband der Betriebsleiter und Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen (VBSA), dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich, der Interessengemeinschaft für die Entsorgung der Region Zürich (IGEZ) und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften (UNS) der ETH Zürich ein nationales Deponierating für die Schweiz entwickelt. Das Ziel des Deponieratings ist eine Qualitätsbeurteilung der

verschiedenen Deponien in der Schweiz im Hinblick auf deren potentiellen Risiken. Die dafür durchzuführenden Bewertungen der Deponien sollen möglichst transparent gehalten werden um am Ende eine gute Vergleichbarkeit der daraus gewonnenen Resultate (Gesamtratingwerte) zu erzielen. Folglich kann darauf eine Risikoanalyse aufgebaut und Maßnahmen zur Verbesserung der Deponiesicherheit getroffen werden. Ein Ansatz für eine Risikoanalyse wurde in Folge einer weiteren Diplomarbeit ausgearbeitet (siehe SUTER, 2007). Um die Deponien zu bewerten wird ein Kriterienkatalog, welcher 15 Kriterien beinhaltet, herangezogen (vgl. Kapitel 3.1.2). Durch eine festgelegte Bewertungsskala bekommen die Kriterien Risikopunkte zugeordnet, welche anschließend zu einem Gesamtratingwert zusammengefasst werden.

Der Kriterienkatalog wurde in der ersten Pilotstudie des Projektes „Deponierating“ (April 2006 bis Oktober 2006) im Rahmen einer Diplomarbeit geprüft (HÄCHLER, 2006). Hierbei standen zwei Aspekte im Vordergrund: die Praxistauglichkeit und die Validität (Gültigkeit) der Bewertungsmethode. Der Kriterienkatalog wurde daraufhin überarbeitet. Im Laufe dieser Arbeit wurde Pilotstudie 2 durchgeführt. Die Ziele dieser Diplomarbeit waren (i) die Praxistauglichkeit der überarbeiteten Bewertungsmethode zu prüfen, wozu in einer Feldstudie Deponien beurteilt wurden, und (ii) mittels einer Fragebogenaussendung an Experten die Wichtigkeit der Kriterien zu klären, um eine passende Gewichtung für die Aggregierung der Risikopunkte ausarbeiten zu können. Parallel dazu kam es im Fragebogen zur (iii) Beurteilung der Qualität der Bewertungsmethode durch die Experten. Zudem (iv) wurde ein Rating-Code entwickelt, um die Gesamtratingwerte der Deponien am Ende gut vergleichen zu können. Dieser Rating-Code soll auf einem dazu entworfenen Label dargestellt werden. Die während dieser Diplomarbeit ausgearbeiteten Vorschläge wurden mitsamt dem Kriterienkatalog an den VBSA zur Praxiseinführung übergeben.

Der gesamte Ablauf des Projektes wird im Anhang (Kapitel 10.1) dargestellt.

2 DEPONIE

BOX 1 Deponie

Deponien sind Abfallanlagen, die zur langfristigen Ablagerung von Abfällen oberhalb oder unterhalb der Erdoberfläche konzipiert wurden. Hierbei spricht man von der Urform der Entsorgung, welche in früheren Zeiten häufig in chaotischer Weise praktiziert wurde (BUNDESAMT FÜR UMWELT, 2006).

Obwohl sich die Entsorgungssituation vor allem in westlichen Ländern verbessert hat, gehen noch immer große Gefahren von Deponien aus. In Anbetracht der niedrigen Qualität von vielen Deponien bezüglich der Baumaßnahmen, kann eine Überproduktion von Abfall zu Umweltverschmutzungen führen, welche vielerorts Einflüsse auf die Umgebung haben (RAPTI-CAPUTO et al, 2006). Solche Umweltverschmutzungen sind beispielsweise zurückzuführen auf eine Degradation von Schadstoffen im Abfall, was überwiegend Sickerwasseraustritte und Deponiegasentwicklungen betrifft. Diesbezüglich handelt es sich nicht nur um kurzfristige Erscheinungen von Emissionen, sondern um Emissionen über lange Perioden hinweg, zu denen auch die Zeit nach der Deponieschließung zählt (CALVO et al, 2005). Obgleich zukünftig durch Minimierung und Recyceln von Abfall Abfallmengen reduziert werden können und eventuell andere Behandlungsmethoden entwickelt werden, bleibt doch die Deponie als Endlagerstätte bestehen. Weitgehend ist eine Deponierung nach wie vor die einfachste und billigste Methode zur Beseitigung von Abfall (ALLEN, 2001). Daher gibt es in vielen Ländern mittlerweile Gesetze und Verordnungen um negativen Umweltauswirkungen, welche von Deponien ausgehen, entgegenzutreten (CALVO et al, 2005). Innerhalb der Europäischen Union trat 1999 eine Richtlinie über die Deponierung von Abfall in Kraft, an welche sich die EU-Mitgliedsstaaten anpassen müssen. Mittels einer Festlegung strenger Anforderungen in Bezug auf Deponien will man negative Auswirkungen durch die Ablagerung von Abfällen auf die Umwelt weitest möglich vermeiden oder vermindern (PORTAL DER EUROPÄISCHEN UNION, 2006). In Deutschland zum Beispiel ist eine Ablagerung von brennbaren Abfällen auf Deponien seit 2005 verboten. In Österreich trat dieses Verbot 2004 in Kraft.

Brennbare Abfälle dürfen in der Schweiz seit 2000 nicht mehr auf Deponien abgelagert werden. Bevor es zu einer Ablagerung kommt, müssen Abfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVAs) vorbehandelt werden. Für eine Abfallablagerung werden in der Schweiz drei verschiedene Deponietypen unterschieden, welche in Box 2 genauer beschrieben werden (BUNDESAMT FÜR UMWELT, 2006).

BOX 2 **Deponietypen der Schweiz (BUNDESAMT FÜR UMWELT, 2006)**

1. **Inertstoffdeponien:** Hier dürfen nur gesteinsähnliche, schadstoffarme Materialien eingelagert werden, die beim Auswaschen mit Wasser kaum Schadstoffe abgeben (z. B. Bauabfälle wie Beton, Ziegel, Glas, Straßenaufbruch sowie unverschmutztes Erdreich, das nicht anderweitig verwendet werden kann). Inertstoffdeponien benötigen an geeigneten Standorten keine speziellen Abdichtungen. Somit ist eine solche Deponie kostengünstiger und zeichnet sich im Vergleich zu den anderen Deponietypen durch einen geringeren Überwachungsaufwand aus.
2. **Reststoffdeponien:** Auf Reststoffdeponien werden erzähnliche Materialien entsorgt. Schwermetallreiche Materialien mit bekannter Zusammensetzung und nur geringen organischen Anteilen, die weder Gase noch leicht wasserlösliche Stoffe abgeben können dürfen abgelagert werden. Typische Reststoffe sind verfestigte Filteraschen und Rauchgasreinigungsrückstände aus KVAs sowie verglaste Behandlungsrückstände. Für die Standorte gelten höhere Anforderungen als für Inertstoffdeponien. Die Basis und die Flanken der Deponie müssen wasserdicht ausgekleidet sein, das Sickerwasser muss gesammelt und nötigenfalls behandelt werden.
3. **Reaktordeponien:** Alle übrigen für die Ablagerung zugelassenen Abfälle müssen in eine Reaktordeponie geführt werden. Hier ist mit chemischen und biologischen Prozessen zu rechnen. Eine kontrollierte Entwässerung ist vorgeschrieben. Zusätzlich müssen die entstehenden Gase aufgefangen und behandelt werden. Gewisse Abfälle müssen in isolierten Deponieabschnitten abgelagert werden. So wird die KVA-Schlacke in so genannten Schlackekompartimenten von den übrigen Reaktorabfällen getrennt deponiert. Durch den relativ niedrigen pH-Wert der Schlacke würden bei einer Durchmischung der Abfälle viel mehr Schwermetalle gelöst und ins Sickerwasser gelangen. Auf etlichen Reaktordeponien sind auch Reststoffkompartimente eingerichtet.

3 RATING

Im Rahmen des Projekts „Deponierating“ wird eine Bewertung und ein Vergleich der Deponien in Form eines Ratings, ähnlich dem Kreditrating im Finanzwesen (Box 3), angestrebt.

BOX 3 Rating im Finanzwesen

Der Begriff „Rating“ stammt aus der Finanzwelt. Bei einem Rating (englisch für Bewertung; Einschätzung) handelt es sich um ein standardisiertes, objektiviertes, aktuelles, nachvollziehbares und skaliertes Krediturteil über die Bonität (Zahlungsfähigkeit) bzw. die wirtschaftliche Lage eines Unternehmens. Ratings sind damit Bewertungen, welche die Fähigkeit eines Kreditnehmers beschreiben, seinen Zahlungsverpflichtungen, die er eingeht, in der Zukunft nachzukommen (FÜSER, 2005).

Für Bewertungen werden Rating-Codes verwendet, welche auf einer festen Skala durch Kombination von Buchstaben, Zahlen oder Zusatzfaktoren wie „+“ und „–" angegeben werden. Weltweit haben sich die von den führenden Rating-Gesellschaften (z.B. Standard & Poor’s) verwendeten Symbole als Standard etabliert. Mit AAA wird die höchste Bonität dargestellt, mit D die niedrigste Bonitätsstufe (THE RISK MANAGEMENT NETWORK, 2007). Üblich ist eine Verwendung von acht bis fünfzehn Rating-Klassen (FÜSER, 2005). In der Regel gilt, dass ein Schuldner mit besserem Rating sich zu besseren Konditionen (niedrigeren Zinsen) Kapital verschaffen kann. Schuldner mit einem schlechten Rating und einer dadurch zum Ausdruck kommenden höheren Ausfallwahrscheinlichkeit müssen hingegen einen höheren Zinssatz zahlen.

Ein Rating-Urteil wird nach Kriterien gefällt. Um ein gutes Rating zu erreichen, müssen bestimmte Kriterien erfüllt werden, die zwischen einzelnen Kreditinstituten und Rating-Agenturen variieren. Generell wird ein Rating nur mit der Zustimmung des gerateten Unternehmens veröffentlicht. Das Unternehmen hat meist die Wahl zwischen ausführlicheren Veröffentlichungen oder nur der Veröffentlichung des Ratings bzw. der Rating-Note. Das Rating-Urteil wird von einem Gremium innerhalb einer Rating-Agentur vergeben (FÜSER, 2005).

Auch der Rating-Code für das Deponierating soll durch Buchstaben oder Zahlen dargestellt werden. Die genaue Ratingdarstellung wurde im Verlauf dieser Pilotstudie ausgearbeitet. Abbildung 1 zeigt nochmals die wichtigsten Punkte eines Ratings auf. Diese Punkte können durchaus für ein Deponierating in Betracht gezogen werden.

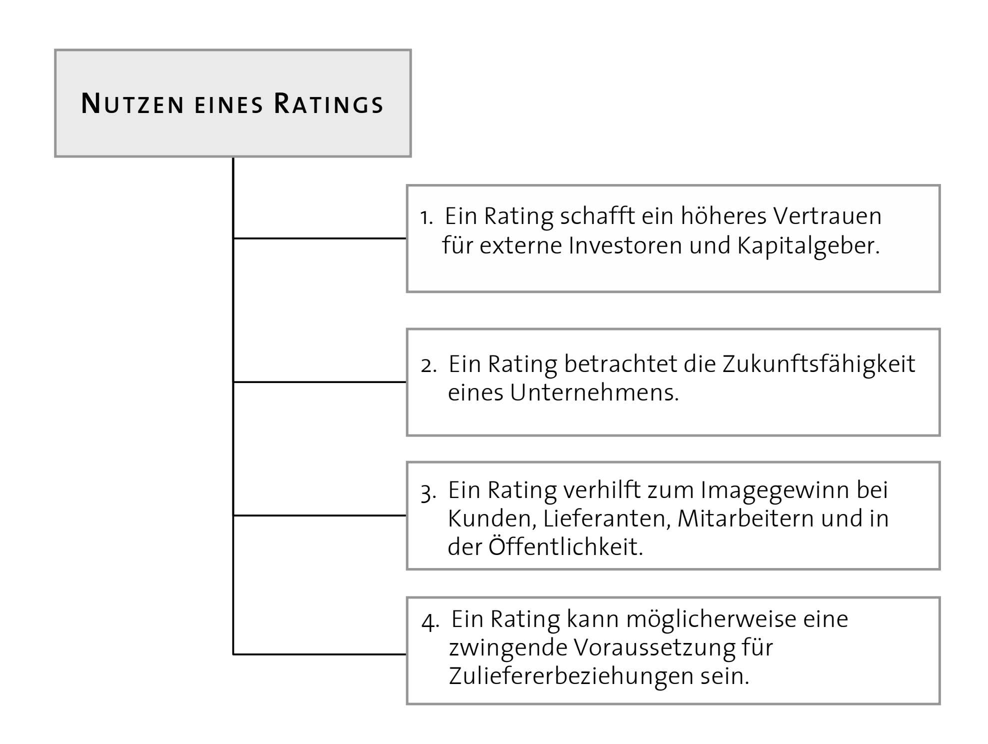


Abbildung 1: Was nutzt ein Rating? (aus Füser, 2005)

3.1 Deponierating

3.1.1 Grundlagen der Bewertungsmethode

Die Bewertungsmethode wurde basierend auf der Methode „Sustainability Potential Analysis“ (SPA) erarbeitet. Das Ziel der SPA ist Potentiale von Systemen, aus einer systemischen Perspektive gesehen, zu analysieren, um Nachhaltigkeit zu fördern beziehungsweise zu behindern (LANG et al, 2006).

Die SPA wendet sechs Kriterien an, welche auf evolutionäre, entwicklungsbezogene und kybernetische[1] Theorien hinweisen. Bei diesen Kriterien handelt es sich um:

(i) **Leistung und Effizienz:** Ein System sollte seine Funktionen so effektiv und effizient wie möglich ausführen.

(ii) **Struktur:** Strukturelle Eigenschaften bestimmen im Wesentlichen die Qualität eines Systems und die Fähigkeiten, gegebene Funktionen einzuhalten und sich an veränderte Funktionen anzupassen.

(iii) **Kontext (Wechselwirkungen mit anderen Systemen):** Jedes System beeinflusst andere Systeme und wird wiederum von anderen Systemen beeinflusst.

(iv) **Anpassungsfähigkeit:** Externe und auch interne Veränderungen können Systeme derangieren. Jedoch sollen sich Systeme wieder anpassen können.

(v) **Pufferkapazität & Widerstandsfähigkeit:** Wenn die Kapazität der Anpassung überschritten wird, muss ein System anhaftende Strukturen oder Wechselbeziehungen mit anderen Systemen adaptieren um wieder zur Stabilität zurückzugelangen.

(vi) **Intra- und Intergenerative Gerechtigkeit:** Kosten und Gewinne jedes Systems sollten innerhalb der gegenwärtigen Generation und zwischen der gegenwärtigen und der zukünftigen Generation in einem fairen Weg aufgeteilt werden. Ist das nicht möglich, dann ist die Langzeitstabilität und Realisierbarkeit eines Systems gefährdet (LANG et al, 2006).

Tabelle 1 zeigt die sechs Kriterien der „Sustainability Potential Analysis“ und die dazugehörigen Schlüsselvariablen nach LANG et all (accepted-a), welche zur Ausarbeitung für die Bewertungsmethode dienten.

[1] Kybernetik ist ein Begriff für einen interdisziplinären Wissenschaftszweig. Dieser untersucht die Gesetzmäßigkeiten komplexer Kommunikations- und Regelungssystemen in lebenden Organismen, gesellschaftlichen Organisationen und technischen Systemen.

Tabelle 1: Auflistung der allgemeinen Kriterien der SPA und der dazugehörigen Schlüsselvariablen nach SPA

Allgemeine Kriterien (SPA)	Operative Schlüsselvariablen (SPA)
K 1: Leistung & Effizienz	Kontrolle der Freisetzung von Schadstoffen
	Wirtschaftliche Verhältnismäßigkeit
K 2: Struktur	Technische und bauliche Strukturen
	Organisatorische Strukturen
	Informationsstrukturen
K 3: Kontext (Wechselwirkungen mit anderen Systemen)	Einbettung im natürlichen Umfeld
	Einbettung im sozialen Umfeld
K 4: Anpassungsfähigkeit	Reparierbarkeit der technischen und baulichen Strukturen
	Flexibilität der Deponieplanung und der Kompartimentierung
K 5: Pufferkapazität & Widerstandsfähigkeit	Widerstandsfähigkeit gegenüber Veränderungen des natürlichen Umfelds
	Widerstandsfähigkeit gegenüber unbeabsichtigten menschlichen Einflüssen
	Widerstandsfähigkeit gegenüber beabsichtigten menschlichen Einflüssen
	Reaktivität des abgelagerten Materials
K 6: Intra- und Intergenerative Gerechtigkeit	Finanzierung der Nachsorgephase
	Belastung künftiger Generationen
	Ressourcenkonzentration des abgelagerten Materials

Der Kriterienkatalog wurde anhand der allgemeinen Kriterien der SPA in enger Zusammenarbeit mit Deponieexperten aus der Praxis entwickelt und definiert. Der theoretische Ansatz der SPA wurde mit praktischen Erfahrungen und Bedürfnissen verknüpft.

3.1.2 Der Kriterienkatalog

Der Kriterienkatalog beinhaltet 15 Kriterien, welche auf 5 Bereiche aufgeteilt werden. Den 15 Kriterien werden jeweils 4 bis 5 Indikatoren oder Situationsbeschreibungen zugeordnet. Insgesamt werden dadurch ungefähr 100 Themen, welche sich auf das Entsorgungsverfahren „Deponie" beziehen, abgefragt. Die Tabelle 2 zeigt den Aufbau des Kriterienkatalogs für die Pilotstudie 2 in Bezug auf die Schlüsselvariablen der SPA.

Die Version des Katalogs für die Pilotstudie 2 wurde basierend auf qualitativen Experteneinschätzungen aus der Pilotstudie 1 angepasst. Neu ist das Kriterium „Abfallart". Dieses wurde zum Kriterienkatalog hinzugefügt nachdem das Fehlen der Angabe zum Abfall in der alten Version der Bewertungsmethode bemängelt wurde. Zwei weitere Kriterien der alten Version, „Deponiegasinstallation" und „Reaktivität des Abfalls", wurden zusammengefasst und die Indikatoren dieser beiden Kriterien flossen in das neue Kriterium „Entgasung" ein. Ebenso wurden die Kriterien „Erkennen von Schäden" und „Möglichkeiten zur Schadensverhütung" umgeändert und zu einem neuen Kriterium „Früherkennung von Schäden" zusammengefasst. Das Kriterium „Flexibilität Deponieauslegung" wurde erneut in den Kriterienkatalog aufgenommen, nachdem es für die Pilotstudie 1 aus dem Kriterienkatalog entfernt wurde. Für den überarbeiteten Kriterienkatalog wurde überdies das Kriterium „Technische Barrieren" in „Basis- und Seitenabdichtungen" umbenannt.

Ein Vergleich des Kriterienkatalogs für die Pilotstudie 2 mit der ursprünglichen Version der Bewertungsmethode (Stand Oktober 2005) zeigt, dass nur mehr drei Kriterien dieselben sind. Dabei handelt es sich um das Kriterium „Naturgefahren", das wieder aufgenommene Kriterium „Flexibilität Deponieauslegung" und das Kriterium „Nachsorgefinanzierung" (vgl. Anhang 10.4). Der Überblick über die Entwicklung des Kriterienkatalogs im Anhang 10.4 zeigt die Veränderungen der Bewertungsmethode auf. Die vollständige Version des Kriterienkatalogs der Pilotstudie 2 wird im Anhang 10.2 aufgeführt.

Tabelle 2: Aufbau der Version des Kriterienkatalogs (5 Bereiche, 15 Bewertungskriterien) für die Pilotstudie 2

BEREICH	KRITERIUM		*SCHLÜSSELVARIABLEN*
I. Standort	K 1	Geologie, Grundwasser	*Einbettung im natürlichen Umfeld*
	K 2	Naturgefahren	*Widerstandsfähigkeit gegenüber Veränderungen des natürlichen Umfelds*
II. Strukturen	K 3	Basis- und Seitenabdichtung	*Technische und bauliche Strukturen*
	K 4	Kompartimente, Entwässerung	*Technische und bauliche Strukturen*
	K 5	Flexibilität Deponieauslegung	*Flexibilität der Deponieplanung und der Kompartimentierung*
	K 6	Entgasung	*Technische und bauliche Strukturen*
III. Abfall	K 7	Abfallart	*Reaktivität des abgelagerten Materials*
IV. Betrieb	K 8	Annahmekontrolle	*Organisatorische Strukturen*
	K 9	Qualitätssicherung: Reglement, Journal und Jahresbericht	*Organisatorische Strukturen*
	K 10	Ausbildung, Kompetenz	*Organisatorische Strukturen*
	K 11	Arbeitssicherheit	*Widerstandsfähigkeit gegenüber unbeabsichtigten menschlichen Einflüssen*
V. Auswirkungen, Sanierung, Nachsorge	K 12	Auswirkungen des Sickerwassers auf Grundwasser und Oberflächengewässer	*Kontrolle der Freisetzung von Schadstoffen*
	K 13	Auswirkungen des Betriebes auf Anwohner und Ökosysteme	*Einbettung im sozialen Umfeld*
	K 14	Früherkennung von Schäden	*Informationsstrukturen*
	K 15	Finanzierung	*Finanzierung der Nachsorgephase*

3.1.3 Bewertungsregeln

Um die Bewertungen zu vereinfachen wurden Bewertungsregeln festgelegt. In der alten Version des Kriterienkatalogs wurden zwei Bewertungsregeln angewandt: (i) Abgeschlossene rekultivierte Kompartimente werden nicht bewertet. (ii) In die Bewertung fließt der am schlechtesten bewertete Deponieteil ein.
Für die neu überarbeitete Version wurden fünf Bewertungsregeln definiert. Diese sind: (i) In die Bewertung fließt der am schlechtesten bewertete Deponieteil ein. (ii) Im Bereich Strukturen werden zusätzlich nur die betriebenen Deponieteile bewertet. (iii) Bewertet werden dokumentierte Tatbestände. Wenn ein Indikator wegen Daten- oder Darstellungsmangel nicht genügend beurteilt werden kann, gilt er als nicht erfüllt. Die Dokumentation soll dem Standard der SIANorm 203 (Deponien) entsprechen. (iv) Es gelten keine zusätzlichen Kriterien (keine Heilung mit anderen Tatbeständen möglich). (v) Speziallösungen, deren Funktionieren nachgewiesen ist, können auf Ersuchen des Inspektors von der Inspektoratsaufsicht berücksichtigt werden.

3.1.4 Bewertungsskala

Mit einem zuvor bestimmten Algorithmus (einer festgelegten Vorgehensweise) bekommen die Bewertungskriterien Risikopunkte auf einer Skala von 0 bis 100 zugewiesen (0 = sehr gute Qualität, 100 = sehr schlechte Qualität), welche anschließend zu einem Gesamtratingwert aggregiert (zusammengefasst) werden. Die Zuordnung der Risikopunkte zu den einzelnen Kriterien erfolgt anhand der Indikatoren oder durch Situationsbeschreibungen. Wie viele Risikopunkte ein Kriterium erreicht ist vom Erfüllungsgrad der Indikatoren bzw. der Situationsbeschreibungen abhängig.

Die Tabellen 3 und 4 zeigen Beispiele der Kriterien (1) „Geologie, Grundwasser“ und (7) „Abfallart“. Das Kriterium (1) bekommt Risikopunkte durch Indikatoren zugeordnet, das Kriterium (7) durch Situationsbeschreibungen.

Tabelle 3: Beurteilung des Kriteriums „Geologie, Grundwasser". Die Zuordnung der Risikopunkte erfolgt mittels Indikatoren

STANDORT: Geologie, Grundwasser	
Indikatoren:	1. Die Mächtigkeit ($M \geq 7m$) und Durchlässigkeit ($K \leq 10^{-7}$ ms^{-1}) der geologischen Barriere (inklusive einer allfälligen, nach den Regeln des Erdbaus geschütteten Ergänzungsbarriere) sind TVA-konform. 2. Im Unterstrom liegen bis zur nächsten Vorflut keine Quelle mit (provisorischer) Grundwasserschutzzone und kein öffentlich nutzbares Grundwasser. 3. Der Baugrund ist geologisch stabil. Geländerutschungen infolge einer Deponieauflast sind auszuschließen. 4. Die Deponie kann bei Versagen eines allfälligen Pumpbetriebes oder einer internen Leitung im Deponieperimeter nicht eingestaut werden. 5. Der Baugrund ist nachweislich setzungsunempfindlich (keine differentiellen Setzungen möglich).
Bewertung:	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 4 treffen zu. 50 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 75 Indikatoren 1 oder 2 treffen zu. 100 Alle übrigen Fälle.

Tabelle 4: Beurteilung des Kriteriums „Abfall“. Die Zuordnung der Risikopunkte erfolgt mittels Situationsbeschreibungen

ABFALL: Abfallart		
Indikatoren:	0	Es werden und sind nur auf Inertstoffdeponien zugelassene Abfälle abgelagert.
	25	Es werden und sind nur Reststoffe abgelagert.
	50	Es werden und sind Reaktorstoffe (Schlacke, Bauabfälle, Industrieabfälle) in Monokompartimenten abgelagert.
	75	Verschiedene Reaktorstoffe sind vermischt abgelagert.
	100	Verschiedene Reaktorstoffe sind vermischt abgelagert. 30% der Abfallmenge kann nicht mehr ausgewiesen werden.
Bonus:	-25	Maßnahmen zur Beschleunigung der Ab- und Umbauprozesse werden auf der Deponie nachweislich erfolgreich eingesetzt.

Auch die Bewertungsskala wurde neu angepasst. Dadurch könnte man bei den Kriterien jeweils den ersten Indikator als „Ausschluss-Indikator“ bezeichnen. Wird dieser nicht erfüllt, werden dem Kriterium automatisch 100 Punkte zugewiesen. Wie in der Tabelle 3 ersichtlich ist, muss der erste Indikator immer erfüllt sein, um eine niedrigere Punktezahl als 100 zu gewährleisten.

4 ARBEITSGRUNDLAGEN UND METHODE

In diesem Kapitel werden die Arbeitsgrundlagen und die Methodik dieser Arbeit vorgestellt. Zuerst wird die Durchführung der Deponiebewertungen erläutert, anschließend daran die Methodik der Kriteriengewichtung und Erarbeitung des Rating-Codes.

4.1 Deponiebewertungen

Bereits in Pilotstudie 1 wurden neun Deponien im Rahmen einer ersten Feldstudie mit der Bewertungsmethode bewertet. Bevor es zu weiteren Deponiebewertungen in einer zweiten Feldstudie kam, wurden die Deponien der Pilotstudie 1 an die überarbeitete Version des Kriterienkatalogs angepasst. Diese Bewertungen erfolgten nicht vor Ort sondern wurden mit zwei Experten aus der Praxis, welche bereits bei den Erstbewertungen anwesend waren, und der Autorin dieser Arbeit durchgeführt. Die jeweiligen Deponiebetreiber wurden über die zweiten Bewertungen informiert und bekamen die ausgefüllten Bewertungsformulare zur Stellungnahme und Korrektur zugesandt. Mit deren Einverständnis konnte man die Daten neu auswerten und zu den Resultaten der Pilotstudie 2 hinzufügen.

4.1.1 Feldstudie 2

Im Zuge der Feldstudie 2 wurde die überarbeitete Version des Kriterienkatalogs auf seine Praxistauglichkeit geprüft. Im Falle von Schwachstellen der Methode bei den Bewertungen sollten diese dokumentiert werden.

Zur Prüfung der Praxistauglichkeit wurden sieben Deponien aus fünf verschiedenen Kantonen bewertet. Dabei handelte es sich um Reststoff- und Reaktordeponien. Für die Bewertungen wurden keine Inertstoffdeponien hinzugezogen. Die Deponiebeurteilungen erfolgten durch einen Experten aus der Deponiepraxis mit langjähriger Erfahrung und der Autorin dieser Arbeit. Bei den Bewertungen waren sowohl der Deponiebetreiber als auch weitere Fachkräfte, wie Kantonsverantwortliche, Geologen oder Deponiemeister bzw. deren Stellvertreter anwesend.

Die Deponiebetreiber wurden im Vorhinein über die Beurteilungen informiert und bekamen eine Liste mit Unterlagen, welche von ihnen bereitgestellt werden sollten, zugesandt. Die Unterlagenliste ist in BOX 4 aufgeführt. Dieselbe Liste wurde bereits für die Feldstudie 1 verwendet.

BOX 4 Unterlagen für die Deponiebewertungen

- Bauprojekt/ Baupläne
- Geologischer Bericht, Bohrprofil
- Hydrologischer Bericht (Grundwasser, Quellen etc.)
- Hochwasserabschätzung (falls notwendig)
- Stabilitätsberechnungen für Böschungen (falls notwendig)
- Betriebsreglement (inkl. Anhänge)
- Ausbildungsnachweis Deponiepersonal
- Inspektionsnachweis EKAS oder SUVA
- Zertifizierungsnachweis (nach Norm ISO 9001 oder 14001)
- Sickerwasser-, Grundwasser- und Oberflächenwasseranalysen
- Gasanalysen (Reaktordeponie)
- FID[2]-Kartierung (Reaktordeponie)
- Risikoanalyse
- Maßnahmeplan
- Nachsorgestudie
- Nachweis Nachsorgefinanzierung

Mit Hilfe der Daten aus den bereitgestellten Unterlagen und der Informationen der Deponiebetreiber bzw. der diversen Fachkräfte konnten die Kriterien bewertet werden.

Zum Bewertungsvorgang ist anzumerken, dass im Bereich (II) „Strukturen“ die Kriterien für die Beurteilungen aufgeteilt wurden. Es wurde die „gesamte Deponie“ (inklusive der alten Deponieteile) getrennt von den „betriebenen Deponieteilen“ bewertet. Dieser Vorgang ist auf die Bewertungsregel „im Bereich Strukturen werden zusätzlich nur die betriebenen

[2] Flammenionisationsdetektor, zur Messung von Gasaustritten

Deponieteile bewertet“ zurückzuführen. Aus diesem Grund wurden die Risikopunkte getrennt voneinander aggregiert. Für die weiteren Auswertungen wurden die aggregierten Gesamtratingwerte der **„betriebenen Deponieteile“** verwendet.

Fasst man die Deponien der beiden Feldstudien zusammen, wurden insgesamt 16 Deponien in der zweiten Pilotstudie für die Auswertungen verwendet.

4.2 Fragebogen

Bereits in der Pilotstudie 1 kam es zu einer Gewichtung der Kriterien und der Kriterienbereiche durch 21 Experten, dies erfolgte im Zuge eines Explorationsparcours[3] „Deponierating“. Die Experten wurden dafür den drei Akteursgruppen „Externe Berater“ (7 Experten wie Geologen oder Versicherungsberater), „Fachleute Abfallwirtschaft“ (7 Experten wie Deponiebetreiber und Betreiber von Kehrichtverbrennungsanlagen) und „Vollzugsbehörden“ (7 Experten von Ämtern und Behörden) zugeordnet. Die Einteilung in die Akteursgruppen erfolgte, um die verschiedenen Meinungen und Ansichten der Experten bei der Auswertung erfassen zu können. Der ganze Arbeitsablauf fand bei den Experten vor Ort statt.

In der Pilotstudie 2 wurden diese 21 Experten um eine nochmalige Gewichtung der Kriterien aus der überarbeiteten Bewertungsmethode gebeten. Der Gewichtungsvorgang wurde anhand eines eigens dafür ausgearbeiteten Fragebogens durchgeführt (siehe Anhang 10.3). Zusätzlich zu den drei Gruppen wurde ein vierte Gruppe, „Arbeitsgruppe Deponierating“ (6 Mitglieder des VBSA), zur Gewichtung hinzugezogen. Somit handelte es sich schlussendlich um 27 Experten. Die Teilnehmer dieser Gruppen sind für eine nationale Einführung des Deponieratings von zentraler Bedeutung (HÄCHLER, 2006).

Insgesamt bekamen 27 Teilnehmer den Fragebogen per Post zugesandt. Von 23 Experten wurde dieser bearbeitet und retourniert. Folglich wurden bei den Auswertungen Daten von 23 Experten bearbeitet.

[3] Ein EP besteht aus individuellen Befragungen von Experten, um deren unterschiedliche Interessen, Perspektiven und Beurteilungen zu erfassen und zu untersuchen. Dabei werden die Akteure mit dem Projekt konfrontiert und ihre Präferenzen und Bewertungen mittels verschiedener Verfahren und Methoden analysiert. Somit können qualitative und quantitative Informationen innerhalb eines vorgegebenen experimentellen Rahmens erhoben werden (SCHOLZ & TIETJE, 2003).

4.2.1 Qualitätsbeurteilung der Bewertungsmethode

Bevor auf den Gewichtungsvorgang eingegangen wird, wird der Vorgang der Qualitätsbeurteilung der Bewertungsmethode erläutert, welcher auch innerhalb des Fragebogens erfolgte. Dafür hatten die Teilnehmer die Möglichkeit auf einer Skala von 1 bis 7 ihre Meinung über (i) die Eignung des Kriterienkatalogs (inklusive Bewertungsregeln und Zusammensetzung des Kriteriensets) und (ii) der Bewertungsskala (Angemessenheit, Transparenz, Anwendbarkeit der Skala) abzugeben. Die Skala erstreckt sich von 1 = „überhaupt nicht geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar“ bis 7 = „sehr geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar“.

Die erhobenen Daten daraus zeigen (vgl. Kapitel 5.2.1), wie zufrieden die Teilnehmer mit der Bewertungsmethode sind.

4.2.2 Gewichtung

Die Kriterien der Bewertungsmethode haben für den Qualitätsstatus einer Deponie nicht immer die gleiche Bedeutung, darum ist es wichtig eine passende und transparente Gewichtung zu finden. Für die Kriteriengewichtung im Projekt „Deponierating“ wird die Methode der „gewichteten Summe“ verwendet. Es werden dafür die einzelnen Kriterien gewichtet und anschließend zu einem Gesamtratingwert aufsummiert. Für einen Gewichtungsvorgang ist es notwendig, dass das Ziel des Ratings klar kommuniziert wird (HÄCHLER, 2006). Im vorliegenden Fall wurde somit die Gewichtung auf die Qualitätsbeurteilung von Deponien ausgerichtet. Für das Rating sind verschiedene Verfahren zur Abschätzung einer Kriteriengewichtung denkbar.

Bei einer direkten Gewichtung werden die Gewichte (w) direkt numerisch bestimmt. Eine solche Gewichtung kann durch eine Expertenbefragung erfolgen. Die Wichtigkeit der Kriterien wird dann beispielsweise auf einer Skala von 0 bis 10 eingeschätzt. Das ist jedoch nur bei einer kleinen Anzahl von Kriterien (< als 10) möglich. Werden mehr Kriterien als zehn, so wie im Falle des Kriterienkatalogs 15, für eine Gewichtung verwendet, dann ist eine hierarchische Anordnung notwendig und jeder hierarchische Level muss separat gewichtet werden (SCHOLZ & TIETJE, 2002).

Um eine passende Gewichtung herleiten zu können, kam es zur Anwendung von so genannten „swing weights“ (w). Für dieses Verfahren werden einem Kriterium auf einer Skala Werte zwischen 0 und 100 zugewiesen. Das wichtigste Kriterium erhält den Wert 100 ($w^{s,max}$), die anderen Kriterien werden zum Wichtigsten in Beziehung gesetzt und bekommen einen kleineren Wert zwischen 0 und 100 (SCHOLZ & TIETJE, 2002).

Um einer hierarchischen Anordnung gerecht zu werden, wurden für den Gewichtungsvorgang in der Pilotstudie 2 die Kriterien „innerhalb ihrer Kriterienbereiche“ miteinander in Beziehung gesetzt. Die Bereiche befinden sich im Level 1 (L1), die Kriterien im Level 2 (L2) (vgl. Abbildung 2). Das heißt, der Vergleich der Kriterien erfolgte innerhalb der Bereiche (I) „Standort“ (2 Kriterien), (II) „Strukturen“ (4 Kriterien), (IV) „Betrieb“ (4 Kriterien) und (V) „Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung“ (4 Kriterien). Da sich bei diesem Vorgang nur wenige Kriterien gegenüber stehen, konnte der Vergleich einfach gehalten werden.
Das Kriterium „Abfallart“ wurde nicht zur Gewichtung auf Level 2 hinzugezogen, da es das einzige Kriterium aus dem Bereich (III) „Abfall“ (L1) ist. Dieses Kriterium wurde automatisch mit dem Wert 100 versehen.

Abbildung 2 zeigt die Hierarchie der Level anhand des Kriterienbereiches (I) „Standort“. Beim Gewichtungsvorgang mussten sich die Experten die Frage stellen, welches der beiden Kriterien „Geologie, Grundwasser“ und „Naturgefahren“ für den Bereich (I) „Standort“ am wichtigsten ist, diesem Kriterium wurde der Wert 100 zugeordnet. Das wenig wichtigere Kriterium wurde zum wichtigsten in Beziehung gesetzt und bekam einen Wert zwischen 0 und 100 (siehe Anhang 10.3 Fragebogen). Somit konnte eine subjektive Einschätzung der Experten abgegeben werden. Derselbe Vorgang wurde für die übrigen Bereiche angewendet.



Abbildung 2: Hierarchische Anordnung der Level, Beispiel des Bereiches (I) „Standort“

Analog zur Kriteriengewichtung wurden auch die fünf Kriterienbereiche mit „swing weights“ gewichtet. Es wurde wieder dem wichtigsten Bereich der Wert 100 zugeordnet und die anderen Bereiche in Bezug dazu gesetzt. In diesem Fall wurden alle fünf Bereiche, inklusive dem Bereich (III) „Abfallart“, miteinander verglichen. Dies war dazu notwendig, um die normalisierten Gewichte der Kriterien berechnen zu können.

4.2.3 Berechnung der direkten Gewichte

(i) Um die normalisierten Gewichte der einzelnen Kriterien (w_i) zu ermitteln, mussten zuvor die normalisierten Gewichte der fünf Kriterienbereiche (w_b) berechnet werden. Dazu wurden die „swing weights“ der einzelnen Bereiche (S_b) durch die Summe (Σ) aller „swing weights“ der fünf Bereiche geteilt

$$\mathbf{w_b = S_b / \Sigma S_b}$$

Die Summe der normalisierten Bereichsgewichte musste 1 ergeben

$$\mathbf{\Sigma w_b = 1}$$

(ii) Um anschließend die normalisierten Gewichte (w_i) der Kriterien zu erhalten, wurden die „swing weights“ der Kriterien (S_i) durch die Summe (Σ) der „swing weights“ der Kriterien, welche sich „innerhalb der Bereiche“ befinden, geteilt und mit den normalisierten Gewichten des dazugehörigen Kriterienbereiches (w_{bi}) multipliziert

$$\mathbf{w_i = S_i / \Sigma S_i * w_{bi}}$$

Auch hier musste die Summe der normalisierten Gewichte der 15 Kriterien 1 ergeben

$$\mathbf{\Sigma w_i = 1}$$

Box 5 liefert die Erklärungen zu den Symbolen der Formeln.

Die normalisierten Kriteriengewichte wurden anhand eines Boxplot-Diagrammes (vgl. Kapitel 5.2.2) gegenübergestellt. Von dieser Darstellung wurde anschließend der Gewichtungsvorschlag hergeleitet.

4.3 Synthese

In der Synthese wurden die Risikopunkte der Kriterien aus den Deponiebewertungen mit der hergeleiteten Gewichtung zusammengefügt, um die Gesamtratingwerte der 16 Deponien zu erhalten. Darauf folgend konnten anhand dieser Werte Vergleiche zwischen den Deponien gezogen werden.

Die Risikopunkte (r_i) der Kriterien wurden mit den vorgeschlagenen Kriteriengewichten (w_i) aggregiert, wobei die Methode der „gewichteten Summe“ angewendet wurde. Dazu wurden die Risikopunkte (r_i), welche die Werte zwischen 0 und 100 darstellen, mit der Gewichtung multipliziert und aufsummiert (siehe Box 5 zur Erklärung der Symbole).

$$\mathbf{R_u = \Sigma\, w_i * r_{ui}}$$

BOX 5 Erklärungen zu den Formeln der direkten Kriteriengewichte und der Synthese

Berechnung der direkten Kriteriengewichte

S_b: „swing weight“ des Bereiches b

w_b: Wichtigkeit des Bereiches b

S_i: „swing weight“ des Bewertungskriteriums i

w_i: Wichtigkeit des Bewertungskriteriums i

w_{bi}: Wichtigkeit des Bereiches b für das Bewertungskriterium i

Synthese

R_u: Ratingwert der Deponie u

w_i: Wichtigkeit des Bewertungskriteriums i

r_{ui}: Risikopunkte der Deponie u für das Bewertungskriterium i

Um die Eignung der vorgeschlagenen Gewichtung zu überprüfen, wurden die Risikopunkte zusätzlich mit drei weiteren einheitlichen Gewichtungen (Gleichgewichtung mit 1, Gewichtung mit den Mittelwerten und Medianen der Experteneinschätzungen) multipliziert und

aufsummiert. Die Resultate zum Gewichtungsvorschlag und zum Vergleich der verschiedenen Gewichtungen werden im Kapitel 5 präsentiert.

Die Berechnungen der Synthese sowie der normalisierten Gewichte wurden mit dem Statistikprogramm SPSS (vgl. Kapitel 4.5) vorgenommen.

4.4 Rating-Code

Um einen Rating-Code auszuarbeiten, wurden die Ratingwerte zuerst in Rating-Klassen unterteilt. Die Anzahl der Klassen sollte gering gehalten werden, um das Rating möglichst überschaubar zu machen. Die Codes der Ratingwerte werden in einem Label veranschaulicht (vgl. Kapitel 5.4). Ein Vorschlag für ein solches Label wurde im Rahmen dieser Arbeit entwickelt und dem VBSA als Grundlage präsentiert.

Kriterienbereiche

Um einen Überblick über die Kriterienbereiche („Standort“, „Strukturen“, „Betrieb“ und „Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung“) zu erhalten, sollen auch die aufsummierten und gewichteten Risikopunkte der Bereiche durch einen Code im Label dargestellt werden.

4.5 Datenauswertungen mit SPSS

Die quantitativ erfassten Daten der Deponiebeurteilungen und der Fragebögen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS (Version 14.0 für Windows) ausgewertet. Die Beschreibungen der verschiedenen Vorgehensweisen wurden aus dem Benutzerhandbuch SPSS® 13.0 Base (SPSS GmbH Software, 2004) entnommen. Um die verschiedenen Auswertungen genauer nachvollziehen zu können, werden nachfolgend die Verfahren erläutert.

Deskriptive Statistik

Mittels einer deskriptiven Statistik konnte nachvollzogen werden, wie die Experten die Kriterien gewichten haben. Zudem wurde ersichtlich, wie die Qualität der Bewertungsmethode beurteilt wurde bzw. konnten durch das Verfahren der deskriptiven Statistik die unterschiedlichen Einschätzungen der verschiedenen Akteursgruppen aufgezeigt werden.

Um die Streubreite der Daten messen zu können, brauchte man Informationen zur Lage und zur Streuung der Daten. Zu diesem Zweck wurde meistens das arithmetische Mittel (X) für die Lage der Daten verwendet. Das arithmetische Mittel ergibt sich aus der Summe der Fälle geteilt durch deren Anzahl. Für die Streuung der Daten wurde die Standardabweichung (σ) angewendet. Bei einer Normalverteilung liegen 68% der Fälle im Bereich von +/- einer Standardabweichung um den Mittelwert, und 95% der Fälle im Bereich von +/- zwei Standardabweichungen.
Als weiteres Maß für die Lage konnte auch der Median verwendet werden. Der Median ist jener Wert, über und unter dem jeweils die Hälfte aller Fälle liegt, sozusagen das 50%-Quantil. Die Streuung um den Median wird anhand der Quartilsdifferenz dargestellt. Diese ergibt sich, indem das 25%-Quantil vom 75%-Quantil subtrahiert wird. Der Median und die Quartilsdifferenz sind weniger stark durch extreme Beobachtungen beeinflusst als der Mittelwert und die Standardabweichung.

Um die Verteilung der Daten einer Variable mittels Median und Quartilsdifferenz darzustellen, wurden bei den Auswertungen Boxplot-Diagramme (Abbildung 3) verwendet. Ein Boxplot ist eine summarische Darstellung der Verteilung von Daten, er besteht aus einer Box, die durch das 25%- und 75%-Quantil begrenzt wird, in dieser Box befinden sich 50% der Daten. Sowie aus Linien, welche von dieser Box zum kleinsten bzw. zum größten „normalen“ Wert führen. Ein Wert gilt als „normal“ wenn er höchstens 1,5 mal die Quartilsdifferenz vom 25%- oder vom 75%-Quantil entfernt ist. Der Median wird durch einen horizontalen Strich dargestellt, Ausreißer durch Kreise und Extremwerte durch Sterne. Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen vom oberen bzw. unteren Ende der Box entfernt, Extremwerte liegen mehr als 3 Boxlängen von den Enden entfernt.

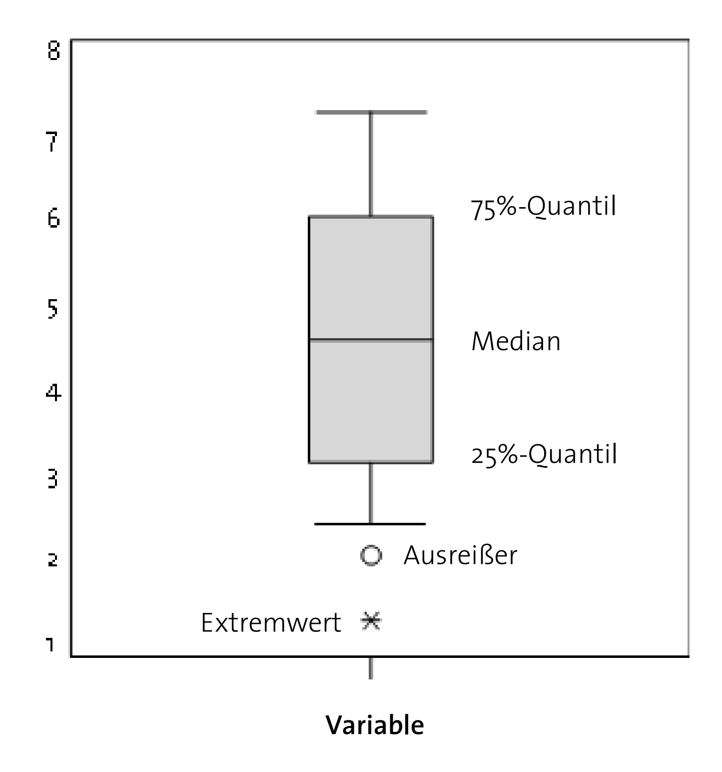


Abbildung 3: Darstellung eines Boxplot-Diagrammes

Statistische Signifikanz

Signifikante Resultate liegen vor, wenn die Wahrscheinlichkeit (*p*-Wert) gering ist, dass die beobachteten Unterschiede bzw. Zusammenhänge durch Zufall zustande gekommen sind. Ein *p*-Wert (*p*) kleiner als 0,05 gilt als statistisch signifikant, ein *p*-Wert kleiner als 0,01 als hoch signifikant.

T-Test bei gepaarten Stichproben (T-Test für abhängige Variablen)

Um zu untersuchen, ob signifikante Unterschiede zwischen den Kriteriengewichten durch die Experteneinschätzungen bestehen, wurde ein „T-Test bei gepaarten Stichproben“ angewendet. Dafür wurden die Mittelwerte der einzelnen Kriterien miteinander verglichen. Folglich konnte festgestellt werden, welche Kriterien am wichtigsten einzustufen sind, um daraus den Gewichtungsvorschlag herleiten zu können.

Einfaktorielle ANOVA

Mittels einer „einfaktoriellen ANOVA“ wurden die Unterschiede zwischen den Akteursgruppen bei der Qualitätsbeurteilung der Bewertungsmethode untersucht.
Die „einfaktorielle ANOVA“ führt eine einfaktorielle Varianzanalyse für eine quantitative abhängige Variable mit einer einzelnen (unabhängigen) Faktorvariablen durch. Mit der Varianzanalyse wird die Hypothese überprüft, dass mehrere Mittelwerte gleich sind. Das heißt, sie vergleicht die Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen mit den Unterschieden innerhalb dieser Gruppen. Die Varianz der Mittelwerte der einzelnen Gruppen um den Gesamtmittelwert sowie die Varianz innerhalb der Gruppen wird beschrieben.
Die „einfaktorielle ANOVA“ kann zusätzlich zur Feststellung, dass Differenzen zwischen Mittelwerten vorhanden sind, auch bestimmen, welche Mittelwerte abweichen.

Bonferroni Post-Hoc-Mehrfachvergleich

Um anschließend feststellen zu können, welche Akteursgruppen sich unterscheiden wurde ein „Bonferroni Post-Hoc-Mehrfachvergleich“ angewendet.
Dieses Verfahren führt paarweise Vergleiche zwischen Gruppenmittelwerten anhand von T-Tests durch und ermittelt, ob signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten bestehen. Dadurch können festgestellte Unterschiede konkretisiert werden. Parallel dazu regelt ein „Bonferroni Post-Hoc-Mehrfachvergleich“ die Gesamtfehlerrate über den Test um das beobachtete Signifikanzniveau an Mehrfachvergleiche anzupassen.

5 RESULTATE

Im Folgenden Kapitel werden die Resultate der Pilotstudie 2 vorgestellt. Diese beinhalten die Deponiebewertungen, die Qualitätsbeurteilungen der Bewertungsmethode und den Vorschlag der Kriteriengewichtung. Am Ende wird die Ausarbeitung des Rating-Codes und dessen Darstellung auf einem Label veranschaulicht.

5.1 Resultate Deponiebewertungen

In Abbildung 4 werden die Gesamtratingwerte der Bewertungen mit der alten (Pilotstudie 1) und der neuen Version (Pilotstudie 2) des Kriterienkatalogs gegenübergestellt. Die Risikopunkte der einzelnen Kriterien unterliegen einer Gewichtung mit 1. Unter anderem ist zu beachten, dass die Resultate auf den Bewertungen der „gesamten Deponien“ beruhen, da im Kriterienkatalog der Pilotstudie 1 keine separate Aggregation der Risikopunkte von „Deponie gesamt“ und der „betriebenen Deponieteile“ vorgenommen wurde.

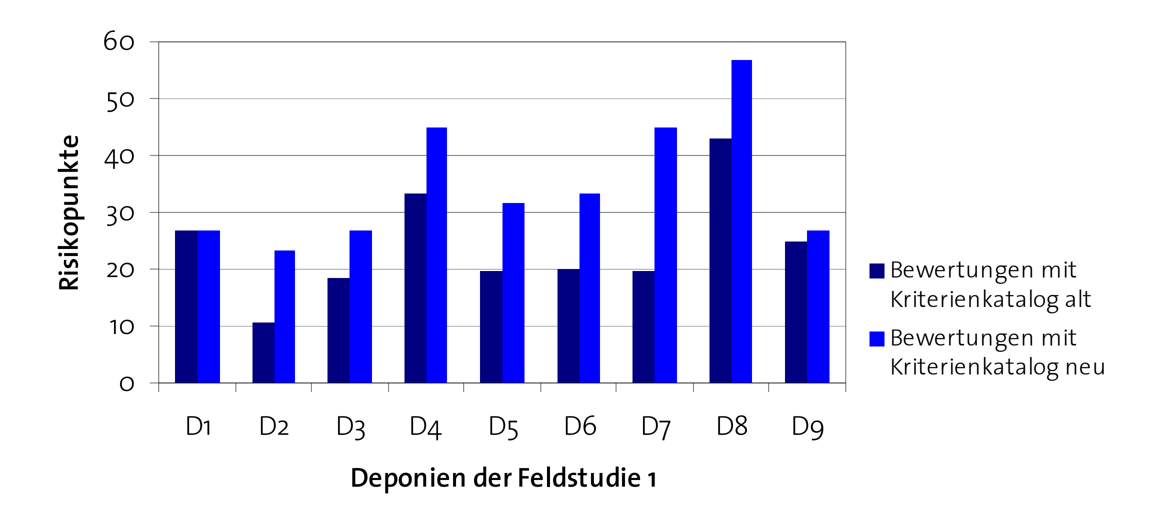


Abbildung 4: Resultate der Deponiebewertungen der Feldstudie 1 im Vergleich (Gewichtung ist 1); Bewertungen mit dem alten und neuen Kriterienkatalog

Die Anpassung der neun Deponien aus der Pilotstudie 1 an den überarbeiteten Kriterienkatalog zeigt deutlich, dass dieser strenger geworden ist. Lediglich bei Deponie 1 sind die Werte gleich

geblieben. Die höheren Werte durch die zweite Beurteilung resultieren eventuell auch aus der neu angepassten Bewertungsskala (vgl. Kapitel 3.1.4).

5.1.1 Resultate Feldstudie 2

Deponiebewertungen

Die Beurteilungen der Deponien mit dem neuen Kriterienkatalog konnten ohne Probleme durchgeführt werden. Die Bewertungsmethode wurde von den Deponiebetreibern gut angenommen. Aufkommende Fragen betrafen meistens noch die Zielsetzung des Ratings. Da die angeforderten Unterlagen (vgl. Kapitel 4.1.1) von allen Deponiebetreibern bereitgestellt wurden, gingen die Bewertungen effizient und schnell voran. Auch die eindeutigere Formulierung der Indikatoren im Kriterienkatalog für die Pilotstudie 2 trug zur effizienten Bewertung bei.

Kriterien

Probleme bei den Bewertungen gab es noch beim neuen Kriterium (5) „Flexibilität Deponieauslegung". Davon waren Deponien mit Monokompartimenten betroffen, was auf die Indikatoren „die Deponie kann in Kompartimente geteilt oder kompartimentsweise erweitert werden" und „es können mehrere Kompartimente gleichzeitig verfüllt werden" zurückzuführen ist. Auch kam Kritik zum Indikator „die Erweiterung kann unabhängig von alten Strukturen erfolgen (die Erweiterung nimmt keine alten Strukturen in Anspruch)". Vor allem eine Deponie war davon betroffen, bei welcher das gesamte Areal eine festgesetzte Abgrenzung aufweist und somit keine Erweiterungen möglich sind.
Auch beim Kriterium (8) „Annahmekontrolle" führte es zu Unklarheiten. Hier müsste der Indikator „pro Jahr werden 5 Lieferungen nachanalysiert und das Resultat dem Kunden und der Aufsicht mitgeteilt" genauer erläutert werden. Dieser Indikator wirkt sich auch auf die Bewertung von Monokompartimenten nachteilig aus.
Probleme bei weiteren Kriterien kamen im geringen Ausmaß vor. Der Bonus des Kriteriums (2) „Naturgefahren", „für Indikator 3 (Lawinen, Steinschlag) wurden technische Maßnahmen getroffen, die nachweislich wesentliche Schäden abwehren", wurde nach kritischen Anmerkungen entfernt. Dieser Bonus hätte nur den Indikator „die Deponie liegt in einem Gebiet ohne Lawinen oder Steinschlaggefahr" kompensiert, wäre jedoch auch für den Indikator

„ein hundertjährliches Hochwasser kann die Deponie nachweislich nicht tangieren, Rüfen sind ausgeschlossen“ anwendbar gewesen.
Bei Kriterium (14) „Früherkennung von Schäden“ wurde der Bonus „die Erfassung und Archivierung des Abfalleinbaus erlaubt die Lokalisierung von bestimmten Abfällen auf 4.000 m³ genau“ mehrmals als überflüssig empfunden, da eine solche Archivierung schwer möglich ist. Anmerkungen kamen noch zum Kriterium (13) „Auswirkungen auf Anwohner und Ökosysteme“. Hier vor allem zu den Indikatoren 3 und 4 (Umsetzung der UVP-Prüfung). Bei mehreren Deponien wurden keine UVP-Prüfungen durchgeführt, da diese erst am 1. Januar 1989 in Kraft getreten ist.

Bewertungsregeln

Kritiken zu den Bewertungsregeln gab es keine. Diese wurden nach der ersten Pilotstudie umgeändert und ergänzt (vlg. Kapitel 3.1.3).

Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse der Deponiebewertungen. Um einen Vergleich ziehen zu können, werden die aufsummierten, gleichgewichteten (Gewichtung mit 1) Risikopunkte der „gesamten Deponie“ und der „betriebenen Deponieteile“ dargestellt. Wie man sieht, erhielten drei Deponien eine höhere Anzahl von Risikopunkten bei der Gesamtbewertung. Die betriebenen Teile schließen somit besser ab. Der mögliche Grund ist, dass bei den alten Deponieteilen mehr Mängel aufgrund weniger gesetzlicher Anforderungen in der Vergangenheit vorhanden sind. Die nach 1990 in Betrieb genommenen Deponieteilen müssen zwingend die TVA[4] erfüllen und entsprechen somit der heutigen Gesetzgebung. Bei den vier Deponien, welche die gleiche Anzahl Risikopunkte aufweisen, handelt es sich entweder um Deponien bei denen der Betriebsteil vom abgeschlossenen Teil nicht durch eine Kompartimentsabdichtung getrennt ist und die Teile somit nicht getrennt bewertet werden konnten. Oder die Deponien bestehen nur aus einem Kompartiment.

[4] TVA: Technische Verordnung über Abfälle

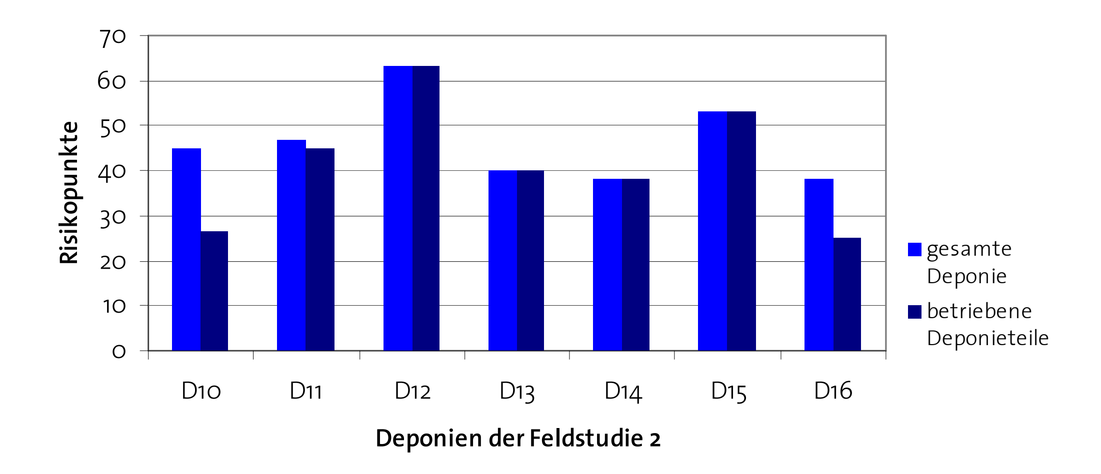
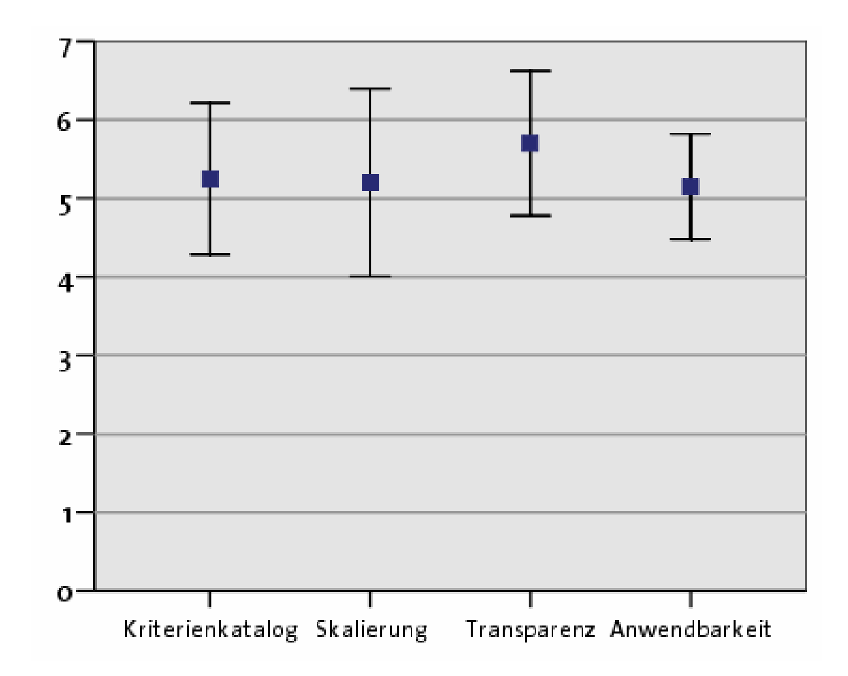


Abbildung 5: Deponien der Feldstudie 2 im Vergleich: Bewertung der gesamten Deponie und der betriebenen Deponieteile

5.2 Resultate Fragebogen

5.2.1 Resultate Qualitätsbeurteilung der Bewertungsmethode

Die Experten haben die Bewertungsmethode durchaus positiv bewertet. In Abbildung 6 sind die Ergebnisse zur Qualität des Kriterienkatalogs (der Zusammensetzung der Kriterien und der Bewertungsregeln), zur Skalierung, zur Transparenz und zur Anwendbarkeit der Bewertung ersichtlich. Die Skalierung bezieht sich auf die Eignung der Zuweisung von Risikopunkten, die Transparenz auf die Nachvollziehbarkeit der Bewertung und die Anwendbarkeit auf die praktische Umsetzung. Die Quadrate im Diagramm bestimmen die Mittelwerte, die Linien die Standardabweichung (Streuung) der ausgewerteten Daten.



7 sehr geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar
6 geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar
5 eher geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar
4 unentschieden
3 eher nicht geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar
2 nicht geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar
1 überhaupt nicht geeignet/ angemessen/ transparent/ anwendbar

Abbildung 6: Eignung des Kriterienkatalogs und der Bewertungsskala

Sowohl der Kriterienkatalog als auch die Eignung, Transparenz und Anwendbarkeit der Skalierung wurden im Mittel zwischen 5 „eher geeignet, angemessen, transparent, anwendbar" und 6 „geeignet, angemessen, transparent, anwendbar" eingestuft. Die höchsten mittleren Werte erzielt die Transparenz, die Anwendbarkeit die schlechtesten. Bei der Anwendbarkeit ist unter anderem die Streuung am geringsten, die Experten waren sich hier eher einig.
Die Eignung der Skalierung weist die größte Streuung zwischen den Experteneinschätzungen auf, jedoch variiert diese nur zwischen zwei Skalenwerten, nämlich zwischen 4 „unentschieden" und 6 „geeignet".

Abbildung 7 zeigt die Einschätzungen zur Bewertungsmethode zwischen den vier Akteursgruppen „Externe Berater", „Fachleute Abfallwirtschaft", „Vollzugsbehörden" und „Arbeitsgruppe Deponierating". Bei den Auswertungen konnte knapp keine statistische

Signifikanz zwischen den Gruppen festgestellt werden, das heißt der Unterschied bei der Bewertung des Kriterienkatalogs zwischen den „Fachleuten Abfallswirtschaft“ und der „Arbeitsgruppe Deponierating“ weist eine Signifikanz von $p = 0{,}058$ auf.

Allgemein am besten beurteilten die Bewertungsmethode die „Vollzugsbehörden“ und die „Arbeitsgruppe Deponierating“. Die Bewertungsmethode stützt sich auf die TVA, die Gruppe „Vollzugsbehörde“ könnte deshalb aus dem Blickwinkel der Gesetzgebung bewertet haben. Die allgemein gute Beurteilung der „Arbeitsgruppe Deponierating“ ist sehr positiv zu bewerten, da diesen das Deponierating übergeben wird. Die Transparenz wurde von den „Externen Experten“ mit einheitlich „geeignet“ beurteilt und erreicht somit die höchsten mittleren Werte.

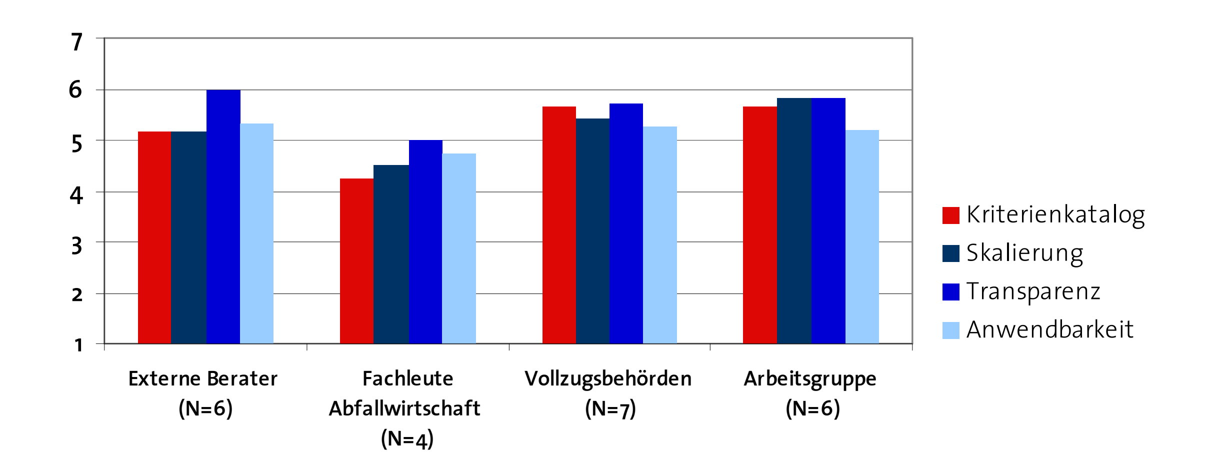


Abbildung 7: Mittelwerte der Experteneinschätzungen zur Qualitätsbeurteilung der Bewertungsmethode nach Akteursgruppen; N = Anzahl der Experten

Um Veränderungen gegenüber der Pilotstudie 1 aufzuzeigen sind in Abbildung 8 die mittleren Werte der Experteneinschätzungen aus der Pilotstudie 2 mit jenen der Pilotstudie 1 gegenübergestellt. Für diese Darstellung wurden die Werte aller Experten der verschiedenen Akteursgruppen zusammengefasst.

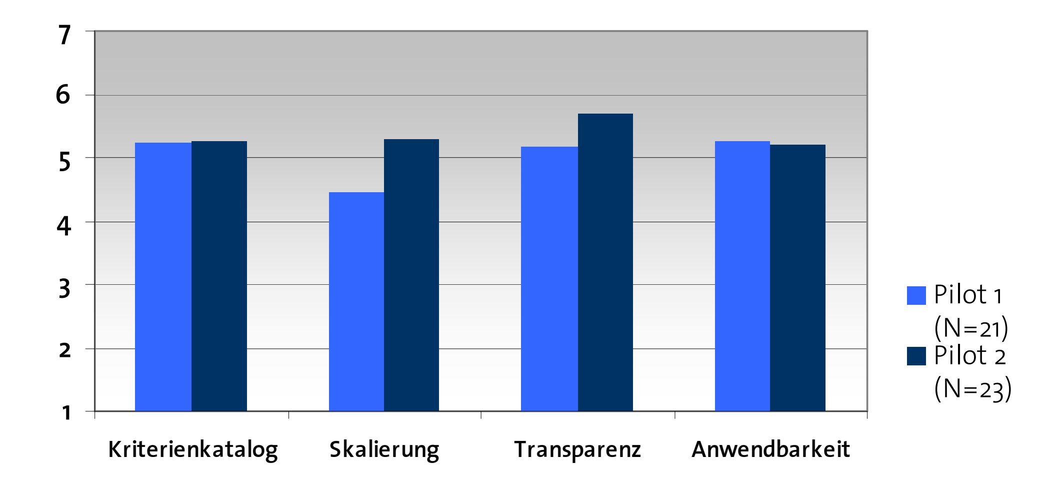


Abbildung 8: Mittelwerte der Experteneinschätzungen aus Pilotstudie 1 und Pilotstudie 2 im Vergleich

Die Eignung der Skalierung und der Transparenz wurden in der Pilotstudie 2 höher bewertet. Der Grund könnte die Überarbeitung der Bewertungsskala sein. Lediglich die Beurteilung der Anwendbarkeit schneidet in der Pilotstudie 2 mit schlechteren Werten ab. Die Differenz dieser Mittelwerte zu den Werten der Pilotstudie 1 ist jedoch sehr gering (Pilot 1: X = 5,25; Pilot 2: X = 5,19).

5.2.2 Resultate Gewichtung

Abbildung 9 zeigt die gewichteten Kriterien, wie sie von den Experten im Fragebogen beurteilt wurden, in Form eines Boxplot-Diagramms auf. Auf der Y-Achse des Diagramms befinden sich die normalisierten Kriteriengewichte, die horizontalen Linien unterteilen die Resultate in drei Gewichtungsstufen. Die unterbrochenen Linien dienen zur Hilfestellung, um die Mittelwerte der Daten besser vergleichen zu können. Die Ausarbeitung der Gewichtung wird nachfolgend erläutert.

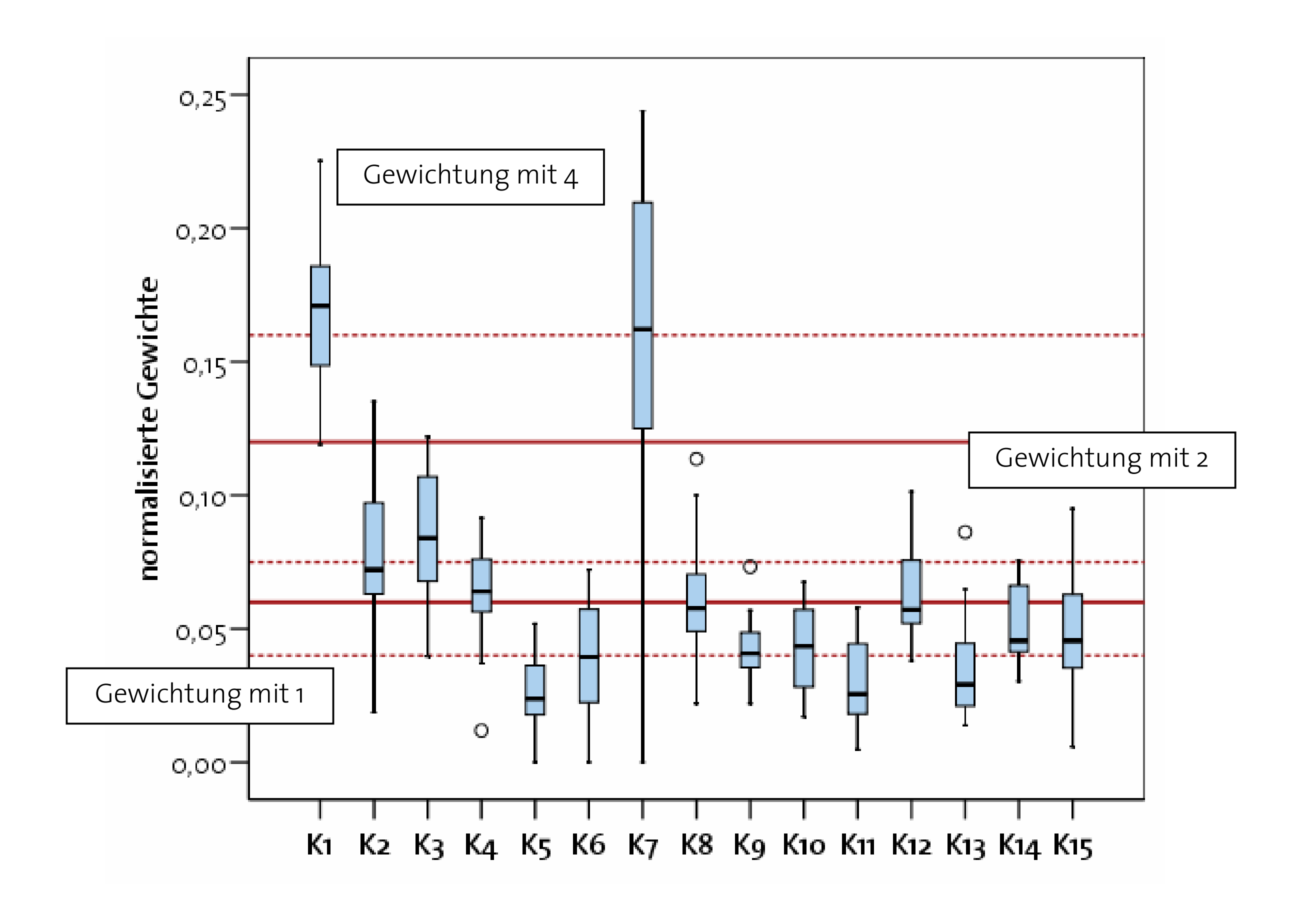


Abbildung 9: Darstellung der gewichteten Kriterien, eingeschätzt durch die Experten

Durch den paarweisen Vergleich der Kriterien (K1) „Geologie, Grundwasser“ und (K7) „Abfallart“ mit den übrigen Kriterien heben sich diese beiden Kriterien als hoch signifikant ($p < 0{,}01$) hervor. Ebenfalls zeigt der Vergleich der Kriterien (K2) „Naturgefahren“, (K3) „Basis- und Seitenabdichtung“ und (K4) „Kompartimente, Entwässerung“ zu den darunter liegenden Kriterien einen großen signifikanten Unterschied ($p < 0{,}01$) auf. Um die Gewichtung einfach und transparent zu halten, wurde daher eine Kriteriengewichtung von **4, 2 und 1** ausgearbeitet. Somit werden die Kriterien (K1) und (K7) mit **4**, die Kriterien (K2), (K3) und (K4) mit **2** gewichtet. Die übrigen Kriterien erhalten die Gewichtung **1**.

Die Kriterien (K8) „Annahmekontrolle“ und (K12) „Auswirkungen des Sickerwassers auf Grundwasser und Oberflächengewässer“ heben sich nicht mehr so stark wie die Kriterien (K2), (K3) und (K4) hervor, jedoch haben die Auswertungen auch hier einen großen signifikanten Unterschied zu den übrigen Kriterien (K5, K6, K9, K10, K11, K13, K14, K15) ergeben. Da unter

anderem die Mittelwerten dieser beiden Kriterien ungefähr in gleicher Höhe zum Mittelwert vom Kriterium (K4) „Kompartimente, Entwässerung“ liegen, wurden (K8) und (K12) zu einer Gewichtung mit **2** hinzugezogen.

5.3 Resultate Synthese

Um den Einfluss der Gewichtung von 4, 2 und 1 aufzuzeigen, wurden die Risikopunkte der Deponien zu einer Gewichtung mit 1 und einer Gewichtung mit den Mittelwerten und den Medianen der Experteneinschätzungen gegenübergestellt (Abbildung 10). Dadurch kann man erkennen, ob der Unterschied der gewichteten Risikopunkte mit 4, 2 und 1 zu den drei übrigen dargestellten Gewichtungsmöglichkeiten groß ist.

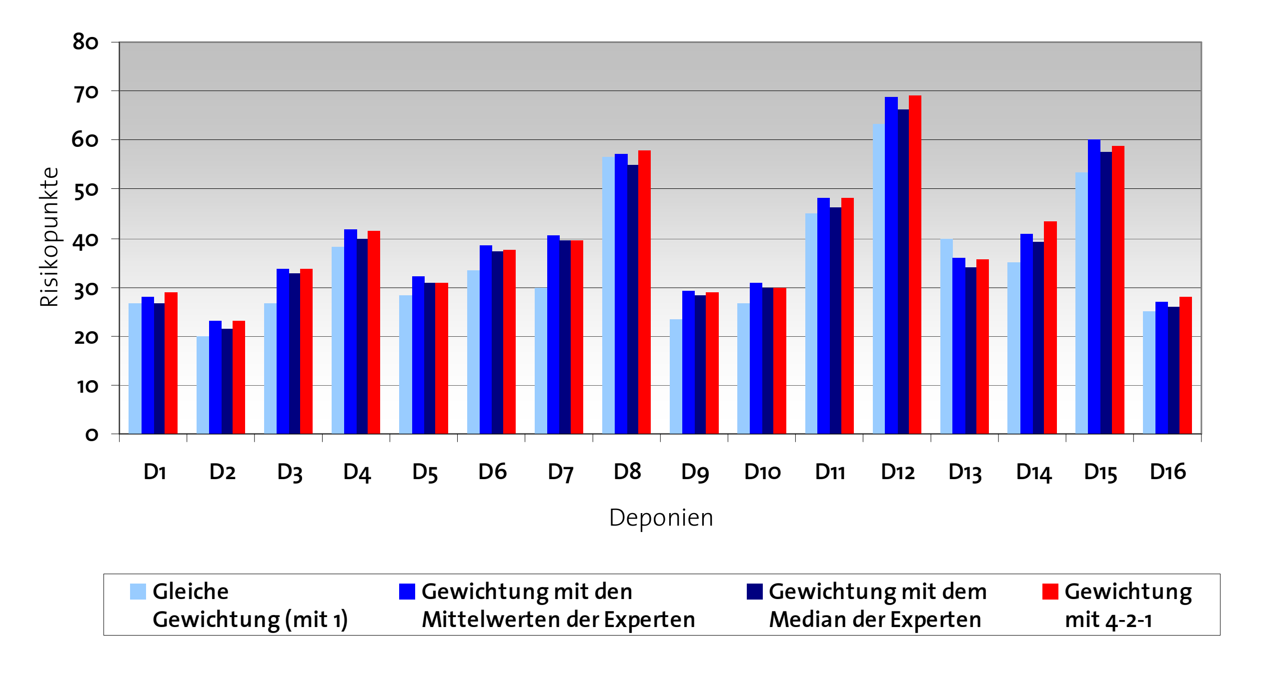


Abbildung 10: Ratingwerte der Deponien mit verschiedenen einheitlichen Gewichtungen

Die Kriteriengewichtung mit 4, 2 und 1 weist keine großen Abweichungen zu den restlichen Gewichtungsmöglichkeiten auf. Man könnte daher durchaus auch eine Gewichtung mit 1, den Mittelwert oder auch den Medianen der Experteneinschätzungen anstreben.

5.4 Rating-Code

Unter diesem Punkt wird die Ausarbeitung des Rating-Codes erklärt. Als Grundlage für einen Rating-Code mussten zuerst die Gesamtratingwerte der Deponien in Rating-Klassen unterteilt werden (Abbildung 11). Für dieses Vorgehen wurden die Ratingwerte mit der Gewichtung von 4, 2 und 1 verwendet. Um das Rating einfach und übersichtlich zu halten, wurden den Werten fünf Klassen zugeteilt. Die waagrechten Linien im Diagramm unterteilen diese fünf Rating-Klassen.

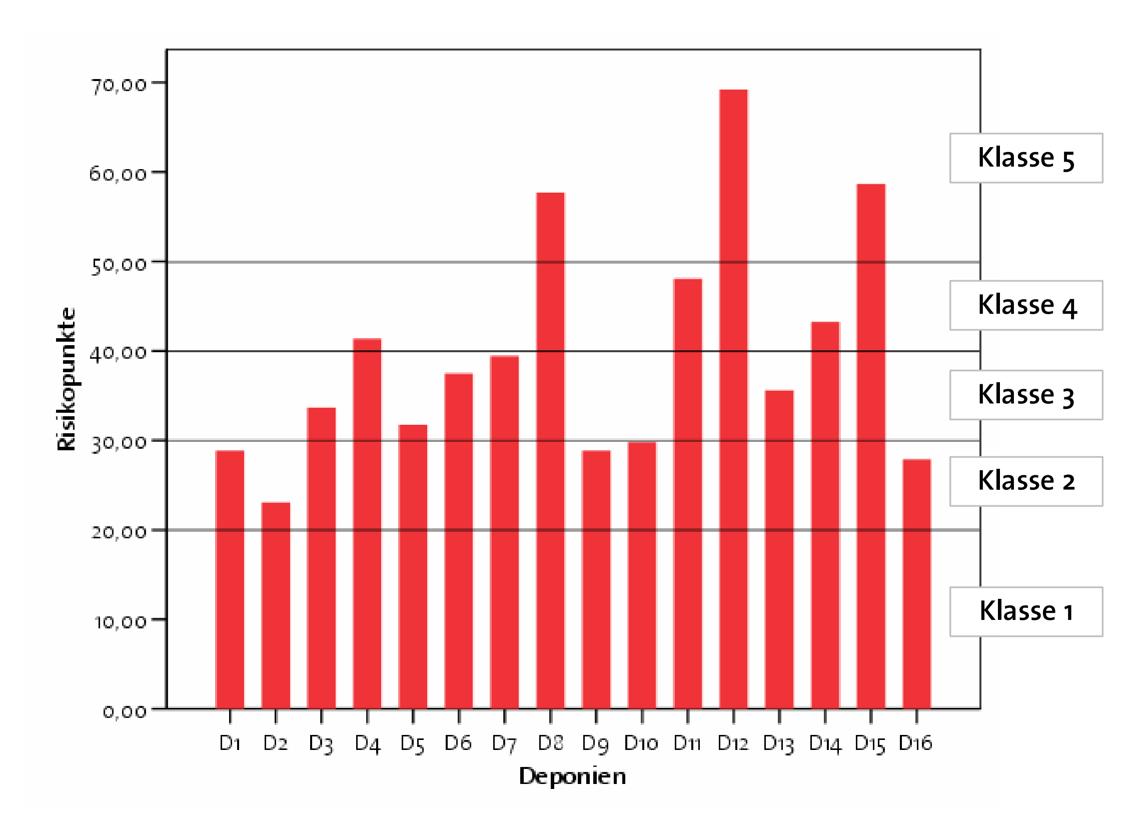


Abbildung 11: Darstellung der gewichteten Ratingwerte mit 4, 2 und 1 samt der Einteilung in Ratingklassen

Die Klasse 1 umfasst die Risikopunkte von 0 bis 20 und beschreibt eine insgesamt ausgezeichnete Deponie mit einem außergewöhnlich geringen Risikopotential. Zurzeit entspricht keine der 16 Deponien dieser Klasse. Eine Deponie mit mehr als 50 Risikopunkten wird der Klasse 5 zugeordnet. Hier würde ein erhöhtes Risiko von Deponien ausgehen. Zurzeit gehören drei Deponien dieser Klasse an. In Tabelle 5 wird nochmals die Einteilung der Risikopunkte in die Rating-Klassen dargestellt.

Tabelle 5: Einteilung der Risikopunkte in fünf Ratingklassen

Klasse 1	**< 20**	**Risikopunkte**
Klasse 2	**20 – 29**	**Risikopunkte**
Klasse 3	**30 – 39**	**Risikopunkte**
Klasse 4	**40 – 50**	**Risikopunkte**
Klasse 5	**> 50**	**Risikopunkte**

Tabelle 6 zeigt die Zuordnung der 16 Deponien zur jeweiligen Rating-Klasse mit der Gewichtung von 4, 2 und 1. Als Vergleich werden wieder die Gesamtratingwerte der Deponien zu einer Gleichgewichtung mit 1, den Mittelwerten und den Medianen der Experteneinschätzungen gegenübergestellt.

Tabelle 6: Anzahl der Deponien in den fünf Rating-Klassen

Klasse	Gewichtung mit 4, 2 und 1	Gleichgewichtung mit 1	Gewichtung mit dem Mittelwert	Gewichtung mit dem Median
Klasse 1	0 Deponien	0 Deponien	0 Deponien	0 Deponien
Klasse 2	5 Deponien	6 Deponien	4 Deponien	5 Deponien
Klasse 3	5 Deponien	5 Deponien	5 Deponien	7 Deponien
Klasse 4	3 Deponien	1 Deponien	4 Deponien	1 Deponien
Klasse 5	3 Deponien	3 Deponien	3 Deponien	3 Deponien

Veränderungen der Klassierungen gibt es lediglich in den Klassen 2, 3 und 4. Vor allem in der Klasse 4 variiert die Anzahl der Deponien. Die Zahl der Deponien wird durch eine Gewichtung mit 4, 2 und 1 und dem Mittelwert höher. Die Anzahl der Deponien in Klasse 1 und 5 bleibt unverändert.

Um schlussendlich die Gesamtratingwerte der Deponien gut vergleichen zu können, bekommen die fünf Rating-Klassen einen „Rating-Code“ zugewiesen, welcher mit Buchstaben ausgedrückt wird. Tabelle 7 zeigt die Zuweisung des Rating-Codes zu den einzelnen Klassen. Gleichzeitig erhält man die Information, wie die Qualität der Deponien durch die verschiedenen Klassierungen beurteilt wird. Der Rating-Code beschreibt am Label die „betriebenen Deponieteile“. Um eine Auskunft über die „gesamte Deponie“ zu erhalten, kann man den Code für diese Werte in einer Klammer beifügen. Die Deponietypen werden in Form von Wortabkürzungen (siehe Tabelle 8) veranschaulicht. Diese Abkürzungen beschreiben auch, welcher Abfall sich auf der Deponie befindet und ob es sich um Monokompartimente oder gemischte Kompartimente handelt.

Tabelle 7: Darstellung der fünf Rating-Klassen mit dem zugewiesenen Rating-Code

Klasse	Code	Beschreibung	
Klasse 1	**A**	sehr kleine Schwächen	Die Deponie erfüllt die meisten Kriterien einwandfrei.
Klasse 2	**B**	wenig Schwächen	Die Deponie ist im Wesentlichen gesetzeskonform.
Klasse 3	**C**	gewisse Schwächen	Die Deponie hat Schwächen.
Klasse 4	**D**	zum Teil starke Schwächen	Die Deponie hat sich kumulierende[5] Schwächen.
Klasse 5	**E**	sehr starke Schwächen	Die Deponie hat zahlreiche, sich kumulierende Schwächen.

Tabelle 8: Darstellung des Deponietypen anhand von Codes

I	Inertstoff
R	Reststoff
V	Verbrennungsrückstände : V^M, V^G
Rea	Reaktor: Rea^M, Rea^G

^{M}: Monokompartiment (getrennte Ablagerung von Bauabfälle, Siedlungsabfälle, Schlacke)
^{G}: gemischtes Kompartiment (gemischte Ablagerung von Bauabfällen, Siedlungsabfälle, Schlacke)

[5] sich kumulierende Schwächen: sich anhäufende Schwächen

Kriterienbereiche

Auch die gewichteten und aggregierten Risikpunkte der Kriterienbereiche werden durch einen Rating-Code ausgedrückt. Der Bereich (III) „Abfall“ wird bereits durch den Deponietypen wiedergegeben und daher bei der Bewertung der Kriterienbereiche separat ausgewiesen. Die Ratingwerte der übrigen vier Bereiche (I) „Standort“, (II) „Struktur“, (IV) „Betrieb“ (V) „Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung“ werden durch Zahlen-Codes wiedergegeben (vgl. Tabelle 9). Die Ratingwerte der Bereiche beziehen sich ebenfalls auf die fünf ausgearbeiteten Rating-Klassen.

Die Rating-Codes der Kriterienbereiche beschreiben wiederum die „betriebenen Deponieteile“. Da es bei den Bewertungen im Bereich „Struktur“ zu einer Unterteilung in „gesamte Deponie“ und „betriebenen Deponieteile“ kommt, kann der Code der „gesamten Deponie“ wieder in Klammer dargestellt werden.

Tabelle 9: Darstellung der fünf Rating-Klassen mit dem zugewiesenen Rating-Code für die Kriterienbereiche

Klasse	Code
Klasse 1	**1**
Klasse 2	**2**
Klasse 3	**3**
Klasse 4	**4**
Klasse 5	**5**

Label

Nachfolgend wird das entworfene Label für das Deponierating gezeigt. Als Beispiel folgt in Abbildung 13 die Darstellung des Rating-Codes der Deponie 2 anhand des Labels. Um Informationen über den Erfüllungsgrad jedes Kriteriums einer Deponie zu erhalten, kommt es neben dem Label zu einer Abbildung eines Balkendiagramms (vgl. Abbildung 14). Die Risikopunkte der Kriterien werden mit diesem Diagramm gegenübergestellt. Für das Diagramm in Abbildung 14 wurden ebenfalls die Risikopunkte der Deponie 2 verwendet.

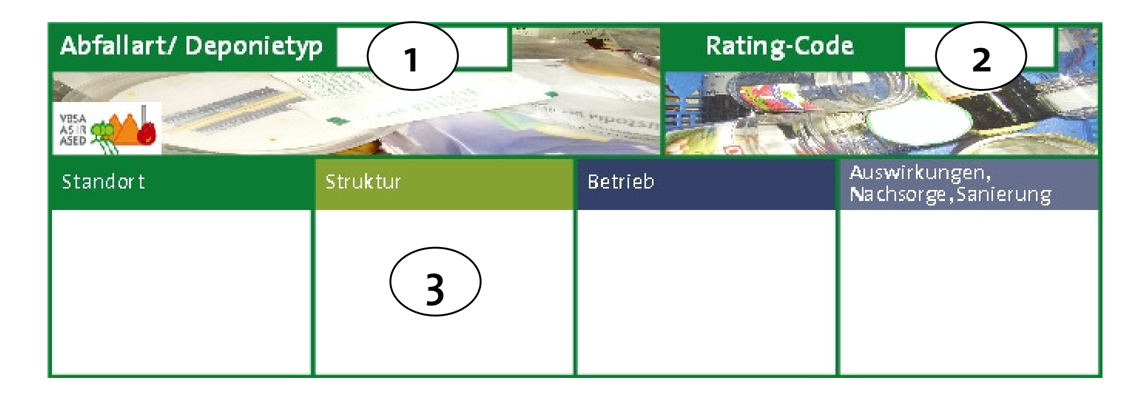


Abbildung 12: Layout für ein Label

1. Bei **Abfallart/ Deponietyp** wird der Deponietyp angegeben. Dieser besteht aus den Wortabkürzungen der in der Deponie abgelagerten Abfälle.

2. Die **Gesamtbewertung** wird anhand der Rating-Codes A bis E angezeigt. Diese Bewertung betrifft die **„Deponie in Betrieb“**. Der Ratingwert des „gesamten Deponiebetriebs“ kann anbei in Klammer dargestellt werden.

3. Die Qualität der vier Bereiche **(I) „Standort“, (II) „Struktur“, (IV) „Betrieb“ und (V) „Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung“** wird mit den Rating-Codes 1 bis 5 angezeigt. Der Ratingwert des „gesamten Deponiebetriebs“ vom Bereich (II) „Struktur“ kann anbei in Klammer dargestellt werden.

Die in Abbildung 13 dargestellte Deponie 2 erreichte die besten Werte bei den Deponiebewertungen. Die Abfallart bzw. der Deponietyp beschreibt, dass es sich um eine gemischte Kompartimentierung von Reststoffen, Verbrennungsrückständen und Reaktormaterialien handelt. Dem Code (B) nach zu beurteilen fällt die Deponie sowohl bei den „betriebenen Teilen“ als auch bei „Deponie gesamt“ (Rating-Code in Klammer) in die Rating-Klasse 2. Bei den Bereichen schneidet der Standort mit dem Rating-Code 3 am schlechtesten ab. Bei den Strukturen wird wiederum der Rating-Code der „betriebenen Deponieteile“ und der „gesamten Deponie“ (in Klammer) dargestellt.

Abfallart/ Deponietyp	R V ReaG	Rating-Code	B (B)
Standort	Struktur	Betrieb	Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung
3	1 (1)	2	1

Abbildung 13: Darstellung der Rating-Codes von Deponie 2

Im nachfolgenden Balkendiagramm (Abbildung 14) sind die Risikopunkte der Kriterien der Deponie 2 gegenübergestellt. Im Diagramm betrifft dies die Werte der „gesamten Deponie“ und der „betriebenen Deponieteile“.

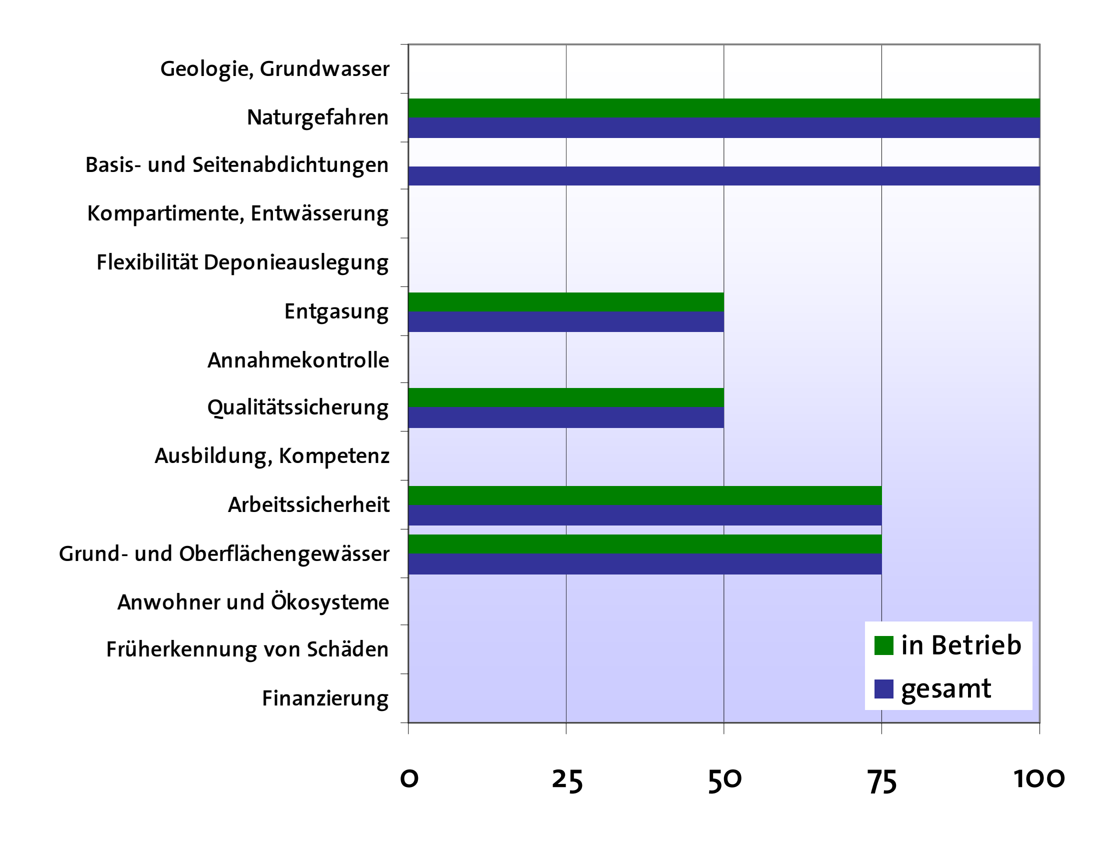


Abbildung 14: Darstellung eines Balkendiagramms über genauere Informationen zu den Risikopunkten der einzelnen Kriterien der Deponie 2

Durch das Deponierating können den Deponiebetreibern nötige Verbesserungsmaßnahmen aufgezeigt werden. In Form eines weiteren Diagramms könnte man darstellen, in wie weit sich der Gesamtratingwert einer Deponie durch solche Maßnahmen verbessern lässt. Abbildung 15 zeigt die momentane Risikopunkteanzahl der Kriterien von Deponie 2 im Vergleich zu den Risikopunkten nach Verbesserungsmaßnahmen. Die rote Linie gibt die höchste erlaubte Risikopunkteanzahl an, welche Kriterien erreichen dürfen um noch der TVA zu entsprechen.

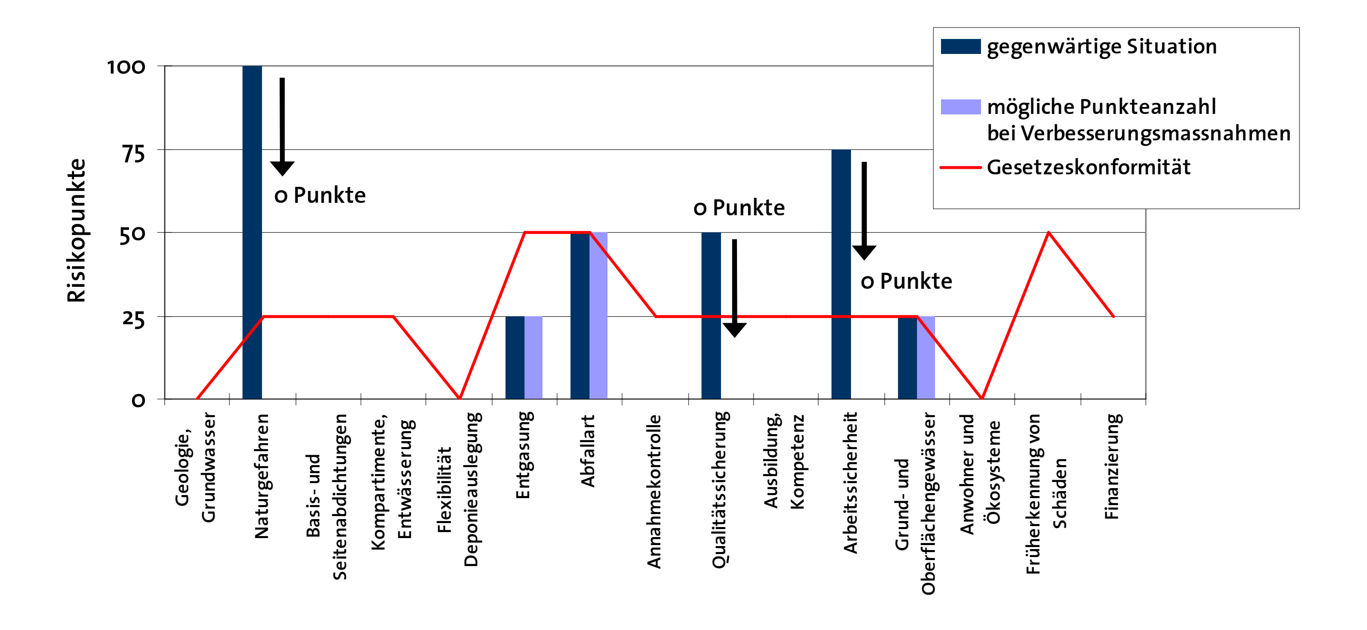


Abbildung 15: Gegenüberstellung der gegenwärtigen Risikopunkteanzahl der Deponie 2 zu einer möglichen Risikopunkteanzahl falls einzelne Verbesserungsmaßnahmen getroffen werden

Im Falle der dargestellten Deponie 2 wären Verbesserungsmaßnahmen für das Kriterium (2) „Naturgefahren" eine Abflachung der Steilböschung, für eine Verbesserung des Kriteriums (9) „Qualitätssicherung" müsste das Reporting erneuert werden und bei Kriterium (11) „Arbeitssicherheit" müsste man eine arbeitsärztliche Untersuchung einführen und Sicherheitsanweisungen konkretisieren. Käme es zu einer Umsetzung dieser Maßnahmen, würde die Deponie 2 in die Rating-Klasse 1 eingestuft werden und den Rating-Code A erhalten. Sowohl bei den „betriebenen Teilen" als auch bei einer Bewertung für die „gesamte Deponie".

3-Klassen-Einteilung

Um die Vergleichbarkeit der Deponien zu vereinfachen, käme für ein Rating auch eine 3-Klassen-Einteilung der Gesamtratingwerte in Frage. Zusätzlich könnten die Klassen farblich hinterlegt werden. Aus diesem Grund wurde ein weiterer Vorschlag für ein Label mit einer solchen Einteilung gegeben. Auf diesem werden den Klassen die Farben Gold, Silber und Bronze zugeteilt. Die Abbildung 16 zeigt eine solche Variante auf. Deponien der Klasse 1 könnten Gold erhalten, Klasse 2 wäre Silber, Klasse 3 würde Bronze bekommen.

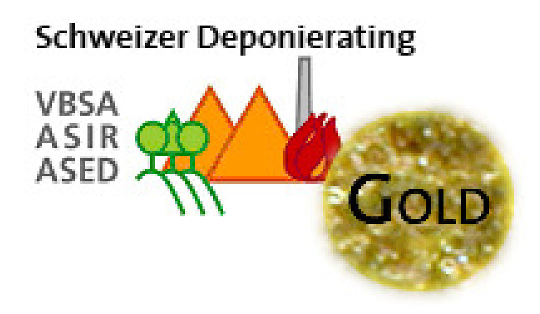


Abbildung 16: Darstellungsvariante für eine 3-Klassen-Einteilung

6 DISKUSSION

Unter dem Kapitel „Diskussion“ werden das Vorgehen und die Resultate der Deponiebewertungen, der Fragebogenbeurteilungen und die Ausarbeitung des Rating-Codes diskutiert.

6.1 Deponiebewertungen

Die neun Deponien der ersten Feldstudie wurden mit dem überarbeiteten Kriterienkatalog bewertet. Die Resultate (vgl. Kapitel 5.1) zeigen eine strenger gewordene Bewertungsmethode, was sich in zum Teil erhöhten Risikopunkten bemerkbar macht.
Die Bewertungen wurden nicht, wie in Pilotstudie 1, vor Ort durchgeführt, sondern erfolgten mithilfe zweier Experten aus der Praxis. Diese waren bereits bei den Bewertungen in der ersten Feldstudie anwesend und hatten somit sehr gute Kenntnisse über die Deponien. Der Bewertungsvorgang führte allerdings auch zu Nachteilen: (i) Für die nochmaligen Beurteilungen standen die, für Deponiebewertungen, erforderlichen Unterlagen nicht zur Verfügung. (ii) Die Deponiebetreiber wurden zwar über die zweiten Bewertungen informiert und bekamen auch die Deponiebeurteilungen anhand des Kriterienkatalogs zur Einsichtnahme und Korrektur zugesandt, jedoch wurden manche Kriterienbewertungen missverstanden oder als nicht richtig beurteilt angesehen. Betroffen davon waren in erster Linie die Kriterien (1) „Geologie, Grundwasser“, (5) „Flexibilität Deponieauslegung“, (11) „Arbeitssicherheit“ (Indikatoren 2 und 3 „arbeitsärztliche Untersuchungen“) und das Kriterium (13) „Auswirkungen auf Anwohner und Ökosysteme“ (Indikatoren 3 und 4 „UVP-Prüfung“).
Durch die sehr gute kompetente und fachliche Unterstützung der beiden Experten konnten dennoch Unklarheiten durch Gespräche mit den Deponiebetreibern rasch beseitigt werden. Somit konnten die Gesamtratingwerte der neun Deponien zu den Auswertungen für die Pilotstudie 2 hinzugezogen werden.

6.1.1 Feldstudie 2

In der zweiten Feldstudie wurde der überarbeitete Kriterienkatalog an sieben Deponien getestet, um dessen Praxistauglichkeit aufzuzeigen. Bewertet wurden Deponien aus fünf

verschiedenen Kantonen. Dabei handelte es sich um Reststoff- und Reaktordeponien verschiedener Altersklassen und Kompartimentsanordnungen (gemischte Kompartimente, Monokompartimente). Die Deponiebewertungen zeigten, dass der Kriterienkatalog für ein Deponierating durchaus anwendbar ist. Die Begutachtungen der Deponien und die darauf folgenden Datenerhebungen dauerten ungefähr 3 bis 4 Stunden. Mitunter war die Anwesenheit der Deponiebetreiber und der diversen Fachkräfte für die Bewertungen eine große Unterstützung. So konnten Eigenschaften der verschiedenen Deponien besser aufgezeigt werden und die Deponierundgänge erwiesen sich als äußerst informativ. Auch waren die Deponiebetreiber mit dem Ergebnis der Bewertungen einverstanden und die Resultate lieferten unter anderem eine gute Standortabbildung der verschiedenen Deponien.
Die Bewertungen zeigten, dass die Bewertungsmethode insgesamt klarer formuliert wurde. Daraus resultierten effizientere Deponiebeurteilungen. Einzig bei den Kriterien (5) „Flexibilität Deponieauslegung“ und (8) „Annahmekontrolle“ sind Präzisierungen notwendig (vgl. Kapitel 5.1.1). Da die „gesamte Deponie“ und die „betriebenen Deponieteile“ getrennt voneinander bewertet wurden, konnte die Qualität des Bereichs „Struktur“ klarer eingestuft werden. Damit wurde auch die Akzeptanz der Bewertungsmethode durch die Deponiebetreiber erhöht.

Anzumerken ist noch, dass in die Bewertungen keine Inertstoffdeponien einflossen. Doch dürfte der neue Kriterienkatalog durchaus im Stande sein, die drei verschiedenen Deponietypen in der Schweiz zu differenzieren. Eine Möglichkeit für die Differenzierung ist das neue Kriterium (7) „Abfallart“, wo die abgelagerten Materialen angegeben werden. Auch erfolgt durch den Rating-Code eine Unterscheidung der verschiedenen Typen, indem der Deponietyp auf dem Label separat dargestellt wird.

6.2 Fragebogen

Um die Wichtigkeit der Kriterien abzuschätzen, bekamen 27 Experten aus vier verschiedenen Akteursgruppen einen Fragebogen zugesandt. In diesem wurde eine Beurteilung zur Wichtigkeit der Kriterien und zur Qualität der Bewertungsmethode vorgenommen. Leider wurden nicht alle Fragebögen retourniert und folglich konnten nur die Daten von 23 Experten zu den Auswertungen hinzugezogen werden, was sich nachteilig auf die statistischen Auswertungen auswirkte (vgl. Kapitel 5.2.1). Vollständig retourniert wurden die Fragebögen der „Arbeitsgruppe Deponierating“ und den „Vollzugsbehörden“. Eine Expertenbeurteilung ist in der Gruppe „Externe Berater“ fehlend, drei Beurteilungen aus der Gruppe „Fachleute Abfallwirtschaft“. Die schlechtere Beurteilung der „Fachleute Abfallwirtschaft“ über die

Qualität der Bewertungsmethode könnte daher auf die geringere Anzahl der Experten in dieser Gruppe zurückzuführen sein.

Die Kriteriengewichtung erfolgte anhand der Methode der „swing weights". Die Experten wurden gebeten, innerhalb der Kriterienbereiche die Kriterien auf ihre Wichtigkeit hin zu vergleichen. Eine derart hierarchische Anordnung wurde verwendet da sich 15 Kriterien gegenüberstanden und eine gute Vergleichbarkeit nur bei bis zu 10 Kriterien gewährleistet ist (SCHOLZ & TIETJE, 2002). Mit der gewählten Anordnung, die Kriterien innerhalb der Bereiche zu gewichten, konnte man unter anderem verschiedene Aspekte wie zum Beispiel das natürliche Umfeld (Bereich I „Standort"), Deponiebetrieb (Bereich IV „Betrieb") oder Finanzierung (Bereich V „Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung) voneinander trennen und die Beurteilungen besser abschätzen.
Da die Gewichtung der Kriterien mittels Fragebogen erfolgte, dürften Unklarheiten über den Gewichtungsvorgang aufgetreten sein. Das wurde bei manchen retournierten Fragebögen ersichtlich, worin die Experten die gesamten 15 Kriterien miteinander in Beziehung stellten und die Kriterienbereiche nicht berücksichtigten.

6.3 Auswertungen der Gewichtung

Basierend auf den Resultaten der Fragebögen wurde ein passender Vorschlag für eine Kriteriengewichtung von 4, 2 und 1 ausgearbeitet.
Zwei Kriterien erhielten eindeutig die höchsten Gewichte, nämlich (1) „Geologie, Grundwasser" und (7) „Abfallart", und wurden daher mit 4 gewichtet. Einen klaren Abstand zu den Kriterien mit der Gewichtung 1 (Kriterien 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15) wiesen außerdem die Kriterien (2) „Naturgefahren", (3) „Basis- und Seitenabdichtung" und (4) „Kompartimente, Entwässerung" auf und bekamen eine Gewichtung von 2. Bei den übrigen Kriterien war die Unterscheidung etwas schwieriger vorzunehmen. Zwar hoben sich die beiden Kriterien (8) „Annahmekontrolle" und (12) „Auswirkungen des Sickerwassers auf Grund- und Oberflächengewässer" von den darunter liegenden Kriterien (5), (6), (9), (10), (11), (13), (14), und (15) hervor, jedoch war die Differenz zu diesen Kriterien nicht mehr so groß. Anhand des paarweisen Vergleichs der Mittelwerte konnte dennoch eine statistische Signifikanz festgestellt werden, somit wurden die Kriterien (8) und (12) ebenfalls zu einer Gewichtung mit 2 zugeordnet.

6.4 Synthese

Unter dem Kapitel „Synthese“ folgte die Zusammenfassung der Resultate der Deponiebewertungen mit der Gewichtung von 4, 2 und 1. Als Vergleich wurden drei weitere einheitliche Gewichtungen (Gleichgewichtung mit 1, Gewichtung mit dem Mittelwert, Gewichtung mit dem Median) gegenübergestellt. Es stellte sich heraus, dass keine großen Abweichungen der Gewichtung mit 4, 2 und 1 zu den übrigen angewendeten Gewichtungen auftraten. Daher wäre jede dieser Gewichtungen durchaus anwendbar.

Wie jedoch bereits in Kapitel 3 erwähnt, ist nicht jedes Kriterium für die Qualität von Deponien gleich ausschlaggebend, somit kann man eine Gleichgewichtung mit 1 ausschließen. Durch eine Gewichtung mit den Mittelwerten oder Medianen geht eventuell die Überschaubarkeit eines Gewichtungsvorganges verloren. Die Gewichtung mit 4, 2 und 1 ist auf Grund ihrer Einfachheit daher durchaus praktikabel.

Durch die Anwendung der Gewichtung und die Einteilung der Gesamtratingwerte in Rating-Klassen, lassen sich die Deponien recht gut unterscheiden. Vor allem eine Differenz zwischen „guten“ und „schlechten“ Deponien ist ersichtlich. Somit kann die Qualität der Deponien grob beurteilt werden und die Deponien sind untereinander vergleichbar.

6.5 Ratingvorschlag

Basierend auf die Synthese der Daten wurden die mit 4, 2 und 1 gewichteten Gesamtratingwerte in Ratingklassen unterteilt. Im Finanzwesen werden acht bis fünfzehn Rating-Klassen vergeben (FÜSER, 2005). Eine solche Möglichkeit wurde für das Deponierating nicht in Betracht gezogen, da die Vergleichbarkeit der Deponien verloren ginge. Es kam daher zu einer Einteilung in fünf Rating-Klassen. Diesen Klassen wurde in weiterer Folge ein Code mittels Buchstaben zugeordnet. Das ganze soll auf einem Label wiedergegeben werden. Auch die gewichteten und aggregierten Gesamtratingwerte der Kriterienbereiche werden mit einem Code (in Form von Zahlen) am Label veranschaulicht.

Den Meinungen von Experten zufolge könnten die Gesamtratingwerte auch in weniger als fünf Rating-Klassen eingeteilt werden um den Vergleich der Resultate einfacher zu machen. Unter anderem wäre eine farbliche Hinterlegung der Klassen vorstellbar. Das Layout des Labels sollte zudem nicht zu groß gehalten werden um es eventuell als Briefkopf verwenden zu können.

Darum ist auch eine separate Darstellung der Rating-Codes für die Kriterienbereiche am Label fraglich. Genauere Informationen über die Ergebnisse einer Deponiebewertung könnten durch diverse Zusatzangaben, wie z.B. Diagramme, geliefert werden.

7 SCHLUSSFOLGERUNG

Zusammenfassend ist der Kriterienkatalog geeignet die Qualität der Deponien in der Schweiz abzubilden und zu vergleichen. Die Anwendbarkeit der Bewertungsmethode zeigte sich bereits durch die Deponiebewertungen in der Pilotstudie 1 und zusätzlich durch die Bewertungen, welche im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden. Zusätzlich konnte eine gute Standortabbildung der Deponien geliefert werden, was für die Deponiebetreiber vom Vorteil war. Gleichzeitig bildet die Bewertungsmethode den Ansatz für ein Benchmarking wodurch deponiespezifische Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden können. Es ist darauf aufbauend eine Risikoanalyse möglich, welche als Grundlage für Versicherungen dienen kann.
Die Deponiebewertungen können mit dem überarbeiteten Kriterienkatalog mit geringem zeitlichem Aufwand durchgeführt werden. Einige Kriterien sollten trotzdem noch klarer definiert werden (z.B. „Flexibilität Deponieauslegung, „Annahmekontrolle“).

Die Datenerhebung durch die Fragebögen im Bezug auf die „Qualität der Bewertungsmethode“ spiegelte eine allgemeine Akzeptanz der Experten wieder. Der Kriterienkatalog und die Bewertungsskala wurden insgesamt als geeignet und transparent eingestuft.

Mit den Fragebögen konnten auch die Anhaltspunkte für die Kriteriengewichtung erhoben werden. Es ging eindeutig hervor, dass die Kriterien „Geologie, Grundwasser“ und „Abfallart“ für die Experten am wichtigsten einzustufen sind. Diesen Kriterien wurde die Gewichtung mit 4 zugeordnet. Die Kriterien „Naturgefahren“, „Basis- und Seitenabdichtung“ und „Kompartimente, Entwässerung“, „Annahmekontrolle“ und „Auswirkungen des Sickerwassers auf Grundwasser und Oberflächengewässer“ wurden mit 2 gewichtet. Die übrigen Kriterien bekamen die Gewichtung 1. Ein Vergleich zu anderen Gewichtungen (Gleichgewichtung mit 1, Gewichtung mit den Mittelwerten und Medianen der Experteneinschätzungen) zeigt, dass die Gewichtung von 4, 2 und 1 angemessen ist.

Anhand der Gewichtung wurde der Rating-Code ausgearbeitet. Um diesen darstellen zu können, folgte auch die Ausarbeitung eines Labels. Der Rating-Code soll in Buchstaben ausgedrückt werden, was eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Deponien gut übersichtlich macht. Das Label bringt einen Ansatz für ein graphisches Layout, es muss dennoch weiterentwickelt werden. Vor allem wenn es für einen Briefkopf Gebrauch finden soll. Durch

die Ratingdarstellung wird auch eine Differenzierung der Deponietypen einfacher. Das ist zurückzuführen auf die separate Ausweisung des Deponietyps am Label.

Ein glaubwürdiges Rating kann das Aushängeschild für eine Deponie sein. Bei der Einführung des Deponieratings in die Praxis ist es noch wichtig, dass eine breite Akzeptanz erreicht wird. Nicht nur von Seiten der Deponiebetreiber, sondern auch von „Deponiekunden". Daher ist eine gute Vermarktung des Projekts „Deponierating" für eine breite Akzeptanz von Bedeutung.

8 AUSBLICK

Dem VBSA wurde die Bewertungsmethode mitsamt den ausgearbeiteten Vorschlägen übergeben. Er kann somit das Deponierating anbieten. Bis zu einer Praxiseinführung müssen jedoch noch einige Schritte getan werden:

(i) Es ist ein Inspektorat nötig, welches die Bewertungen der verschiedenen Deponien durchführt. Für ein solches Inspektorat benötigt man fachlich kompetente Auditoren. Sie sollten eine langjährige Erfahrung im Deponiebereich haben, wenn möglich auch im Deponiebetrieb. Sehr geeignet dafür wären beispielsweise ehemalige Betriebsleiter von Deponien.

(ii) Offene Fragen betreffen die Vermarktung und die Finanzierung des Ratings. Die Vermarktung ist besonders für das Erreichen einer breiten Akzeptanz von Bedeutung.

(iii) Zu einer einheitlichen Umsetzung des Deponieratings braucht es ein programmiertes Rating-Tool. Ein Auditor kann somit, nach den Bewertungen, dem Deponiebetreiber ein ausgewertetes und dargestelltes Ergebnis übergeben. Das AWEL wird zusammen mit der ETH dieses Werkzeug bis zum Sommer 2007 ausarbeiten und dem VBSA übergeben.

(iv) Sobald ein einheitliches Rating-Tool ausgearbeitet wurde, kommt es noch zu einer Prüfung der Reliabilität der Bewertungsmethode. Ein unterschiedliches Bewertungsteam prüft zwei Deponien erneut mit der Bewertungsmethode. Die Resultate daraus sollen zeigen, ob die Bewertungsmethode auch zuverlässig ist und immer dasselbe misst.

9 VERZEICHNIS DER ARBEITSGRUNDLAGEN

9.1 Literatur

ALLEN, A., 2001: Containment landfills: the myth of sustainability. Engineering Geology 60, S. 3-19.

BRUNNER, P. H., 2004: Material flow analysis and the ultimate sink. Journal of Industrial Ecology 8 (3), S. 4-7.

CALVO, F., MORENO, B., ZAMORANO, M., SZANTO, M., 2005: Environmental diagnosis methology for municipal waste landfills. Waste Management 25, S. 768-799.

DANNWOLF, U., RODER, U., WOLFSTETTER, T., 2004: „RISQUE“ – Risikobewertungsmodell für Deponien [„RISQUE“ – risk assessment model for landfills]. Müll und Abfall 9, S. 430-436.

FISCHER, W., 2004: Entwicklung der Abfallwirtschaft in der Steiermark. Grazer Mitteilungen der Geographie und Raumforschung 35, S. 1-6.

FÜSER, K., GLEISSNER, W., 2005: Rating-Lexikon: 800 Stichwörter mit Fakten und Checklisten rund um Basel II. München: Deutscher Taschenbuchverlag.

HANSER, C., KUSTER, J., GESSLER, R., EHRLER, M., 2006-a: Nachhaltige Rohstoffnutzung und Abfallentsorgung. Grundlagen für die Gestaltung der zukünftigen Politik des Bundes. Umwelt-Wissen Nr. 0612. Bundesamt für Umwelt (BAFU). Bern, 94 S.

HANSER, C., KUSTER, J., GESSLER, R., EHRLER, M., 2005: Evaluation der Abfallpolitik des Bundes. Bericht im Auftrag des BUWAL. BHP - Hanser und Partner AG. Zürich, 143 S.

HÜGI, M., KETTLER, R., 2004: Abfallstatistik 2002. Mit Daten der KVA Planung 2003. Umwelt-Materialien Nr. 186. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Bern, 95 S.

LANG, D. J., SCHOLZ, R. W., BINDER, C., WIEK, A., STÄUBLI, B., SIEBER, C. (accepted-a). Sustainability potential analysis (SPA) of landfills – a systemic approach: Initial application towards a legislative landfill assessment. Journal of Cleaner Production.

LANG, D. J., SCHOLZ, R. W., BINDER, C., STÄUBLI, B. (accepted-b). Sustainability potential analysis (SPA) of landfills – a systemic approach: theoretical considerations. Journal of Cleaner Production.

LANG, D.J., SCHOLZ, R.W., HÄCHLER, K., 2006: Rating landfills in terms of sustainable development – design of a pilot study.

RAPTI-CAPUTO, D., SDAO, F., MASI, S., 2006: Pollution risk assessment based on hydrogeological data and management of solid waste landfills. Engineering Geology 85, S. 122-131.

Saaty, T. L., 1980: The analytical hierarchy process. McGraw-Hill Inc. New York, 287 S.

SCHOLZ, R. W., TIETJE O., 2002: Embedded case study methods – integrating quantitative and qualitative knowledge. Sage Publications. Thousand Oaks, S. 143-173.

SPSS GMBH SOFTWARE, 2004: SPSS 13.0 Base Benutzerhandbuch. SPSS Inc., 787 S.

TVA. Technische Verordnung über Abfälle. Schweiz, 1990.

Diplomarbeiten

HÄCHLER, K., 2006: Pilotstudie zur Prüfung einer Bewertungsmethode für ein nationales Deponierating in der Schweiz. Institut für Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, ETH Zürich, 196 S.

Semesterarbeiten

Hächler, K., 2006: Konzept für eine Pilotstudie zur Umsetzbarkeit eines nationalen Deponieratings. Institut für Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, ETH Zürich, 54 S.

9.2 Internet

Portal Steiermärkische Landesregierung, 2006: Glossar zur Abfall- und Stoffflusswirtschaft.
http://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10186187/5702510

Bundesamt für Umwelt BAFU (CH), 2006: Abfall.
http://www.bafu.admin.ch/abfall/index.html?lang=de

RiskNET – The Risk Management Network, 2006: Glossar.
http://www.risknet.de/Glossar.93.0.html

Portal der Europäischen Union, 2006: Abfallentsorgung, Abfalldeponien.
http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21208.htm

Umweltbundesamt Österreich, 2007: Abfall.
http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/abfall/

10 ANHANG

10.1 Projektablauf des Schweizer Deponieratings

10.2 Kriterienkatalog der Pilotstudie 2

10.3 Fragebogen

10.4 Überblick über die Entwicklung des Kriterienkatalogs

10.1 Projektablauf des Schweizer Deponieratings

(1)	**9. Oktober 2005** ⇨ Kick-Off des Projekts; Ausarbeitung des Kriterienkatalogs
(2)	**November 2005 – Februar 2006** ⇨ Vorbereitung für die Pilotstudie 1; Überarbeitung des Kriterienkatalogs
(3)	**24. Februar 2006** ⇨ Sitzung Arbeitsgruppe VBSA: Kick-Off von Pilotstudie 1
(4)	**Februar 2006 – Oktober 2006** ⇨ Pilotstudie 1: Prüfung der Anwendbarkeit, Verbesserung, Gewichtung der Bewertungsmethode
(5)	**03. November 2006** ⇨ Sitzung Arbeitsgruppe VBSA: Diskussion Pilotstudie 1; Kick-Off Pilotstudie 2
(6)	**November 2006 – März 2006** ⇨ Pilotstudie 2 und Ansatz für eine Risikoanalyse
(7)	**02. März 2006** ⇨ Sitzung Arbeitsgruppe VBSA: Diskussion Pilotstudie 2: Vorschläge für eine Implementierung des Deponieratings
(8)	**09. März 2005** ⇨ Abschlusssitzung; Übergabe des „Deponieratings“ an den VBSA

10.2 Kriterienkatalog der Pilotstudie 2

Bereich	Kriterium	Grundlage
I. Standort	1. Geologie, Grundwasser	TVA
	2. Naturgefahren	TVA
II. Strukturen	3. Basis- und Seitenabdichtung	TVA, SIA
	4. Kompartimente, Entwässerung	TVA, SIA
	5. Flexibilität Deponieauslegung	
	6. Entgasung	TVA
III. Abfall	7. Abfallart	TVA
IV. Betrieb	8. Annahmekontrolle	VBSA, TVA
	9. Qualitätssicherung: Reglement, Journal und Jahresbericht	TVA
	10. Ausbildung, Kompetenz	VBSA, TVA
	11. Arbeitssicherheit	EKAS
V. Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung	12. Auswirkungen des Sickerwassers auf Grundwasser und Oberflächengewässer	GschV
	13. Auswirkungen des Betriebes auf Anwohner und Ökosysteme	Befragung
	14. Früherkennung von Schäden	
	15. Finanzierung	TVA

K 1	STANDORT: Geologie, Grundwasser
Frage	Wie gut erfüllt der Deponiestandort die TVA Standortkriterien?
Indikatoren	TVA Anhang 2 1. Die Mächtigkeit (M ≥ 7m) und Durchlässigkeit (K ≤ 10-7 ms-1) der natürlichen Barriere (inklusive einer allfälligen, nach den Regeln des Erdbaus geschütteten Ergänzungsbarriere) sind TVA-konform. 2. Im Unterstrom liegen bis zur nächsten Vorflut keine Quelle mit (provisorischer) Grundwasserschutzzone und kein öffentlich nutzbares Grundwasser. 3. Der Baugrund ist geologisch stabil. Geländerutschungen infolge einer Deponieauflast sind auszuschließen. 4. Die Deponie kann bei Versagen eines allfälligen Pumpbetriebes oder einer internen Leitung im Deponieperimeter nicht eingestaut werden. 5. Der Baugrund ist nachweislich setzungsunempfindlich* (keine differentiellen Setzungen möglich)und in nicht verkarstungsfähigem Gestein.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 4 treffen zu. 50 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 75 Indikatoren 1 oder 2 treffen zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Kommentar	* setzungsunempfindlich: Fels, glazial vorbelastetes Lockergestein

K 2	STANDORT: Geologie, Grundwasser
Frage	Wie gut erfüllt der Deponiestandort die TVA Standortkriterien?
Indikatoren	1. **Starkniederschlag:** Ein Starkniederschlag kann weder Deponiekörper noch Infrastruktur tangieren (Böschungsneigung nachweislich ffi 1:2). 2. **Hochwasser:** Ein hundertjährliches Hochwasser kann die Deponie nachweislich* nicht tangieren. Rüfen sind ausgeschlossen. 3. **Lawinen, Steinschlag**:** Die Deponie liegt in einem Gebiet ohne Lawinen- oder Steinschlaggefahr 4. **Erdbeben:** Deponie liegt in Zone 1 gemäß SIA Norm 160.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 treffen zu. 75 Indikator 1 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Kommentar	* nachweislich: Erfahrungstatsache oder Berechnung ** Steinschlag aufgrund von Bauvorgängen (z.B. Baugrubensicherung) wird innerhalb Kriterium 8 (Arbeitssicherheit) bewertet.

K 3	STRUKTUREN: Basis- und Seitenabdichtung
Frage	Erfüllen die Abdichtungen die Anforderungen der TVA?
Indikatoren	1. Die Deponie hat eine Basisabdichtung, sie ist aber nicht in allen Teilen TVA konform oder es fehlen nachgeführte Ausführungspläne. 2. Die Basisabdichtung ist TVA konform($M \geq 0.8$ m, $K \leq 10^{-9}$ ms^{-1} für mineralische Abdichtung, $M \geq 7$ cm Hohlraumgehalt am Bohrkern 3% Vol für bituminöse Abdichtung). 3. Über der Basisabdichtung liegt eine Entwässerungsschicht, deren Funktionsfähigkeit langfristig gewährleistet ist (Durchlässigkeit > $1x\ 10^{-2}$ m/s, Filterkriterien erfüllt). 4. Seitenabdichtungen sind vorhanden und korrekt eingebaut oder aber nicht notwendig (Hügelschüttung). 5. Zusätzlich wurde die Basisabdichtung gesamthaft über die TVA hinaus verstärkt (z.B. kombinierte Abdichtung oder $K \leq 1x\ 10^{-10}$ ms^{-1} für min. Abdichtung oder doppelte bituminöse Abdichtung).
Bewertung	0 Indikatoren 2 bis 5 treffen zu. 25 Indikatoren 2 bis 4 treffen zu. 50 Indikator 2 oder Indikatoren 1 und 3 treffen zu. 75 Indikator 1 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.

K 4	STRUKTUREN: Kompartimente, Entwässerung
Frage	Entspricht die Entwässerung der TVA (Anhang 2, Ziffer 23)?
Indikatoren	1. Kompartimente werden einzeln beprobbar entwässert. 2. Alle Sickerwässer können jederzeit in eine öffentliche Kanalisation eingeleitet werden. 3. Die Neigung der Entwässerungsschicht und -leitungen garantiert ein langfristig freies Gefälle (Neigung > 2%). 4. Allfällige Entwässerungssammelleitungen sind auf ihrer gesamten Länge spülbar und mit Kanalfernsehen einsehbar (Nachweis durch Protokolle)*. 5. Die Gesamtabflussmenge des Sickerwassers wird kontinuierlich gemessen.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 und 4 oder 5 treffen zu. 50 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 75 Zwei der ersten 3 Indikatoren treffen zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Kommentar	* Wenn ohne Sickerleitungen entwässert wird, muss das Funktionieren der Entwässerung durch Spülversuche nachgewiesen sein.

K 5	STRUKTUREN: Flexibilität Deponieauslegung
Frage	Sind die Strukturen der Deponie so anpassbar, dass sie auch neuen Rahmenbedingungen gerecht werden können?
Indikatoren	1. Die Deponie kann in Kompartimente geteilt oder kompartimentsweise erweitert werden. 2. Es können mehrere Kompartimente gleichzeitig verfüllt werden. 3. Bestehende Kompartimente lassen sich durch gezieltes Anlegen der Kompartimentsgrenze verkleinern oder vergrößern. 4. Die Erweiterung kann unabhängig von alten Strukturen erfolgen (die Erweiterung nimmt keine alten Strukturen in Anspruch).
Bewertung	0 Indikatoren 1 bis 4 treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 treffen zu. 75 Indikator 1 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Kommentar	Kompartiment: in sich abgeschlossener Deponieteil mit eigener Entwässerung.

K 6	STRUKTUREN: Entgasung
Frage	Entspricht die Entgasung der TVA?
Indikatoren, Bewertung	TVA, Anhang 2, 24 Entgasung
	0 Es sind nur Kompartimente für Inertstoffe vorhanden. 25 Übrige Kompartimente: Es ist nachweislich* keine aktive Entgasung notwendig. Wenn passive Entgasung notwendig ist, wurde sie wirkungsvoll* installiert. 50 Aktive Entgasung ist notwendig. Ihr Funktionieren** ist nachgewiesen. Das Deponie- und umliegende Gelände wird jährlich auf Gasaustritte kontrolliert und die Maßnahmen daraus umgesetzt. 75 Aktive Entgasung ist notwendig. Ihr Funktionieren** ist nachgewiesen (siehe oben). Das Deponie- und umliegende Gelände wird nicht jährlich auf Gasaustritte kontrolliert oder die Maßnahmen daraus nicht vollständig umgesetzt. 100 Eine aktive Entgasung ist notwendig. Ihr Funktionieren** ist nicht nachgewiesen.
Kommentar	* nachweislich, wirkungsvoll: Wirkung mit FID nachgewiesen. ** Funktionieren: gute Regulierbarkeit, Explosionsschutz, kontinuierliche Datenaufzeichnung (Wochenende, Feiertage). Alarmorganisation, Die Verwertungs- und Behandlungsanlagen halten LRV ein.

K 7	ABFALL: Abfallart
Frage	Welcher Abfall wird abgelagert?
Indikatoren, Bewertung	TVA, Anhang 1 0 Es werden und sind nur auf Inertstoffdeponien zugelassene Abfälle abgelagert. 25 Es werden und sind nur Reststoffe abgelagert. 50 Es werden und sind Reaktorstoffe (Schlacke, Bauabfälle, Industrieabfälle) in Monokompartimenten abgelagert. 75 Verschiedene Reaktorstoffe sind vermischt abgelagert. 100 Verschiedene Reaktorstoffe sind vermischt abgelagert. 30% der Abfallmenge kann nicht mehr ausgewiesen werden.
Bonus	-25 Maßnahmen zur Beschleunigung der Ab- und Umbauprozesse werden auf der Deponie nachweislich erfolgreich** eingesetzt.
Kommentar	** erfolgreich: Messdaten beweisen eine schnellere Mineralisierung des Abfalls. Das Grundwasser wird davon nicht belastet.

K 8	BETRIEB: Annahmekontrolle
Frage	Ist der Betrieb vor Fehlannahme und Fehlverhalten geschützt?
Indikatoren	TVA, Teile der Artikel 33 bis 36 1. Jede Anlieferung wird sowohl über Lieferschein als auch beim Einbau visuell kontrolliert. 2. Von nicht abschließend visuell beurteilbaren Abfällen (z.B. Altlastmaterial, Beläge, Schleifsande) sind vor Einlieferung beim Deponiemeister Analysen vorhanden. 3. Die Deponie ist während der Öffnungszeiten immer besetzt. 4. Die Deponie ist eingezäunt. 5. Pro Jahr werden 5 Lieferungen nachanalysiert und das Resultat dem Kunden und der Aufsicht mitgeteilt.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 4 treffen zu. 50 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 75 Indikatoren 1 und 2 treffen zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Bonus	- 25 Zusätzlich zum Deponiewart ist die Deponie mit einer Überwachungskamera (z.B. Webcam) ausgestattet.

K 9	**BETRIEB: Qualitätssicherung**
Frage	Bildet das Betriebsreglement den TVA konformen Betrieb ab und wird es eingehalten?
Indikatoren	TVA Artikel 26 1. Das **Betriebsreglement** ist vollständig.* 2. Ein **Reporting** (z.B. Betriebsjournal) weist Unterhalt, Monitoring, Reklamationen von Anwohnern und besondere Begebenheiten aus. 3. Eine **Jahresberichterstattung** (Annahmestatistik, Restvolumen, Monitoring- und Unterhaltsresultate, Pendenzen) ist vorhanden und wurde der Aufsichtsbehörde vorgelegt. 4. Eine **Aufsicht** (Kommission, Inspektorat, private Fremdüberwachung) überprüft mindestens jährlich den Betrieb.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 oder 1 und 4 treffen zu. 75 Indikator 1 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Bonus	-25 Ein zertifiziertes Qualitätssicherungssystem ist vorhanden.
Kommentar	* Ein vollständiges Betriebsreglement umfasst mindestens: - Pflichtenhefte für das Deponiepersonal - Zulassungsliste - Ablauf Mengenerfassung, Kontrolle und Einbau - Unterhalt: Gegenstand und Fahrplan (was, wie, wann) - Monitoring: Gegenstand und Fahrplan (was, wie, wann) - Definition Betriebsjournal, Berichterstattung, Archivierung - Unfallverhütung, Alarmorganisation

K 10	BETRIEB: Ausbildung, Kompetenz
Frage	Wie ist das Deponiepersonal ausgebildet und welche Kompetenz hat es?
Indikatoren	Richtlinien der VBSA Ausbildungskommission, TVA Artikel 26 1. Ein ausgebildeter* Deponiemeister und ein ausgebildeter Deponiewart als Stellvertreter betreuen die Deponie. 2. Das Deponiepersonal hat die dokumentierte Kompetenz, Abfälle in letzter Instanz ohne Rückfrage zurückzuweisen. 3. Das Deponiepersonal nimmt an deponiespezifischen Weiterbildungen* teil. 4. Das Personal kann eine externe Fachberatung von Deponiespezialisten jederzeit in Anspruch nehmen.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 oder dann 2 bis 4 treffen zu. 75 Indikator 1 oder Indikatoren 2 und 3 treffen zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Kommentar	* Bei Aus- und Weiterbildungen Besuch nachweisen. ** Bei kleinen Deponien (< 10'000 t/a Einlagerung) reicht der Nachweis eines aus- und weitergebildeten Deponiemeisters.

K 11	BETRIEB: Arbeitssicherheit
Frage	Wird die Arbeitssicherheit überprüft und werden die Maßnahmen daraus umgesetzt?
Indikatoren	1. Die Deponie wird von einem anerkannten Inspektorat zur Arbeitssicherheit alle drei Jahre überprüft. 2. Deponiemeister und Deponiewart werden alle zwei Jahre arbeitsärztlich untersucht. 3. Die Maßnahmen aus Inspektion und ärztlicher Untersuchung sind umgesetzt. 4. Sicherheitsanweisungen (z.B. Handbuch, Konzept, Sicherheitsblätter, etc.) konkretisieren für Deponieangestellte, Fremdbeauftragte und Besucher den sicheren Umgang mit o Maschinen o Gas o Einbau von Material o Unterhaltsarbeiten
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 treffen zu. 75 Indikator 1 oder 4 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.

K 12	**AUSWIRKUNGEN: ...auf Grundwasser und Oberflächengewässer**
Frage	Beeinflusst die Deponie Grundwasser oder Oberflächengewässer?
Indikatoren, Bewertung	▪ Grundwasser: Vergleich Wasserqualität Deponie-Oberstrom mit Deponie-Unterstrom ▪ Oberflächengewässer: Einleitbedingungen nach Gewässerschutzverordnung (GschV) 0 Grundwasser im Unterstrom wird nachweislich* nicht beeinflusst. Unverdünntes Sickerwasser erfüllt Einleitbedingungen in ein Oberflächengewässer. 25 Grundwasser im Unterstrom wird nachweislich* nicht beeinflusst. Sickerwasser geht in Kläranlage oder Deponie hat eine spezielle Einleitbedingung für ein Oberflächengewässer. 50 Grundwasser oder Oberflächengewässer nachweislich beeinflusst, jedoch gemäß Vollzugsbehörde keine Maßnahmen erforderlich. 75 Grundwasser oder Oberflächengewässer nachweislich beeinflusst, Maßnahmen zur Verbesserung der Situation eingeleitet und zurzeit gemäß Vollzugsbehörde keine zusätzlichen Maßnahmen notwendig. 100 Maßnahmen erforderlich und nicht eingeleitet.
Kommentar	*nachweislich: Die Messwerte sind im Unterstrom der Deponie nicht tendenziell schlechter als im Oberstrom.

K 13	**AUSWIRKUNGEN: ...auf Anwohner und Ökosysteme**
Frage	Wie gut fügt sich die Deponie in das vorhandene Umfeld ein?
Indikatoren	1. Bezüglich **Geruch, Staub, Lärm oder Verkehrsbelastungen** aus dem Betrieb der Deponie und allfälliger Mantelnutzungen gab es in den letzten zwei Jahren keine (nicht missbräuchlichen) schriftlichen Beschwerden von Spaziergängern oder Anwohnern in nicht betriebseigenen Liegenschaften. 2. Die Endgestaltung der Deponieoberfläche ist planerisch festgelegt und vom Betreiber eingehalten. 3. Der Deponiestandort bestand eine Umweltverträglichkeitsprüfung. 4. Die Maßnahmen aus der UVP sind umgesetzt.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 treffen zu. 75 Indikator 1 oder 2 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Kommentar	Ein Indikator trifft auch zu, wenn die Problematik nicht vorhanden ist. Wenn also Anwohner im Einflussbereich der Deponie fehlen und sich keine Spaziergänger beklagen, ist Indikatoren 1 erfüllt.

K 14	NACHSORGE, SANIERUNG: Früherkennung von Schäden
Frage	Wie schnell und genau lassen sich Schäden über Messstellen lokalisieren?
Indikatoren	TVA Anhang 2, SIA Norm 203 Deponiebau 1. Mindestens eine Messstelle im Anstrom und drei im Abstrom (Peilrohre, Quellen) werden halbjährlich beprobt. Das Sickerwasser wird kompartimentsweise halbjährlich beprobt. Die Beprobung umfasst mindestens 4 Summen- und 4 Einzelparameter. 2. Unter der Basisbarriere gibt es eine beprobte Kontrolldrainage. 3. Eine Risikoanalyse mit einem daraus folgenden Maßnahmenkatalog wurde erstellt. 5. Die Maßnahmen aus der RA wurden umgesetzt oder sind in Umsetzung.
Bewertung	0 Alle Indikatoren treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 treffen zu. 75 Indikator 1 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Bonus	-25 Die Erfassung und Archivierung des Abfalleinbaus erlaubt die Lokalisierung von bestimmten Abfällen auf 4'000 m3 (20 x 20 x 10) genau.

K 15	NACHSORGE, SANIERUNG: Finanzierung
Frage	Sind die finanziellen Rücklagen zu Nachsorge und Sanierung ausreichend gesichert?
Indikatoren	1. Die nachvollziehbar berechneten **Rücklagen für Abschluss und Rekultivierung** werden mindestens proportional zur Auffüllmenge geäufnet. 2. Die nachvollziehbar berechneten **Rücklagen für die Nachsorge** (Inertstoff 5 Jahre, Reststoff 15 Jahre, Reaktor 50 Jahre) werden mindestens proportional zur Auffüllmenge geäufnet oder versichert. 3. Die nachvollziehbar berechneten **Rücklagen für die Sanierung** werden mindestens proportional zur Auffüllmenge geäufnet oder versichert. 4. Die Rücklagen für die **Nachsorge** und die Sanierung sind gegen zweckfremde Verwendung abgesichert.
Bewertung	0 Indikatoren 1 bis 4 treffen zu. 25 Indikatoren 1 bis 3 treffen zu. 50 Indikatoren 1 und 2 treffen zu. 75 Indikatoren 1 trifft zu. 100 Alle übrigen Fälle.
Kommentar	**Rücklagen für die Nachsorge** umfassen Betriebs-, Unterhalts-, Monitoring- und Ersatzkosten sowie Klär- und andere Gebühren. **Rücklagen für die Sanierung** umfassen Kosten zur Abwehr oder Behebung von Schäden aus allmählich oder plötzlich auftretenden Ereignissen. Nicht enthalten sind Vermögensschäden Dritter.

10.3 Fragebogen

GEWICHTUNG DER KRITERIEN UND DER KRITERIENBEREICHE ANHAND VON SWING WEIGHTS

Um Informationen über die Wichtigkeit der einzelnen Bewertungskriterien für eine Gesamtbewertung zu erheben, sollen nun die Kriterien und Kriterienbereiche (Standort, Strukturen, Abfall, Betrieb, Auswirkungen inkl. Nachsorge, Sanierung) durch **Swing Weights** gewichtet werden.

Der vorliegende Bewertungsbogen gliedert sich in vier Abschnitte:
⇨ Unter Punkt 1 werden die Kriterien **innerhalb ihrer Bereiche** gewichtet, d.h. es werden nicht alle 15 Kriterien miteinander verglichen, sondern der Vergleich erfolgt innerhalb der einzelnen Bereiche. Im Bereich „Strukturen" kommt es beispielsweise zu einer Gegenüberstellung von 4 Kriterien. Im Bereich „Abfall" gibt es nur ein Kriterium, darum wird dieses nicht zur Gewichtung hinzugezogen.
⇨ Beim zweiten Punkt kommt es zu einer Gewichtung der **fünf Kriterienbereiche**.
⇨ Am Ende bitte ich Sie noch einmal um Ihre Meinung zum **Kriterienkatalog** und der **Bewertungsskala**.

Vorgehen:
1. Welches ist aus Ihrer persönlichen Sicht das wichtigste Kriterium innerhalb eines Bereiches für die Bewertung der Qualität einer Deponie im Hinblick auf ihre potentiellen Risiken? Ordnen Sie diesem Kriterium bitte den Wert **100** zu und markieren Sie das auf dem entsprechenden Balken.

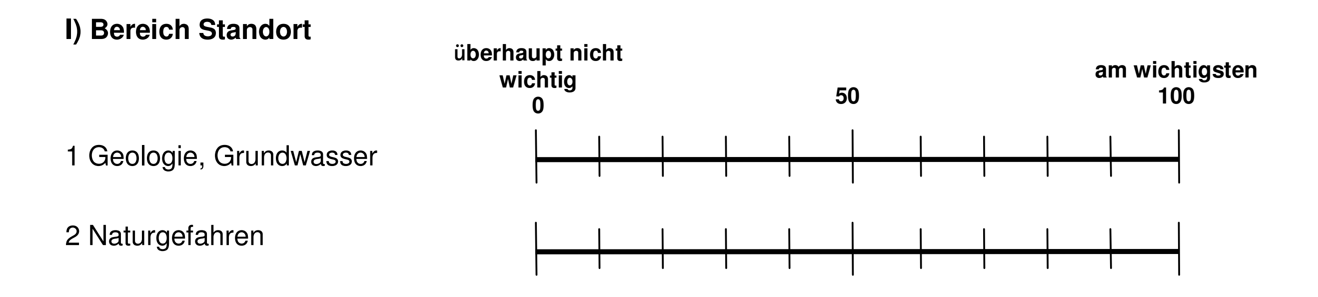
2. Die anderen Kriterien setzen Sie bitte **in Beziehung** zum **wichtigsten Kriterium** und geben diesen jeweils einen Wert **zwischen 0 und 100**. Bitte markieren Sie dies wiederum auf dem jeweiligen Balken.

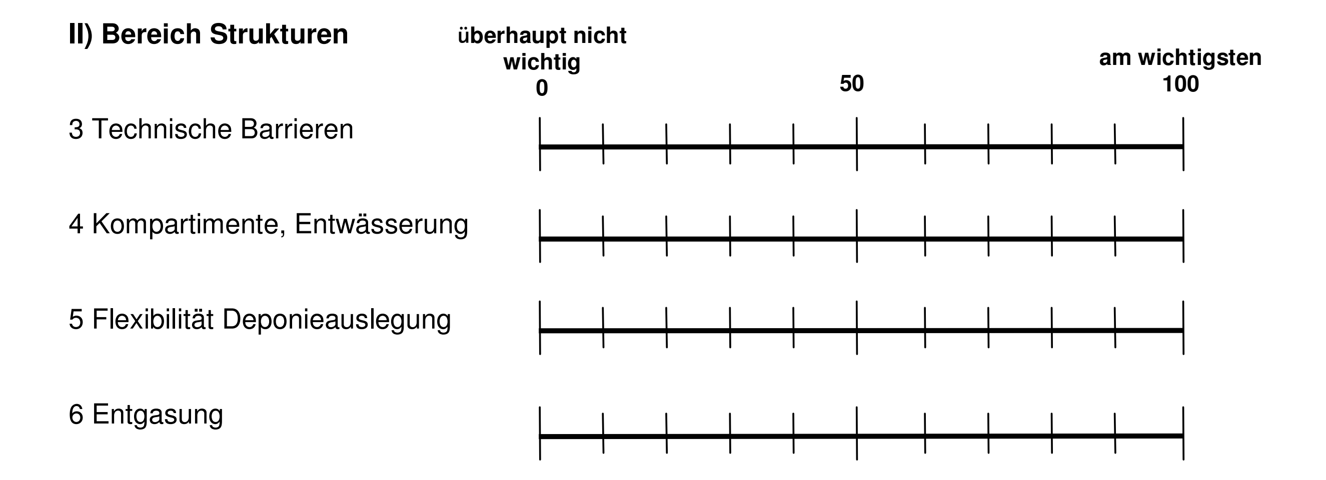
Beispiel:
Kriterienbereich „Standort":
Hier sind zwei Kriterien zu gewichten. Dem aus Ihrer Sicht wichtigsten Kriterium „Geologie, Grundwasser" haben Sie den Wert 100 zugeteilt. Das Kriterium „Naturgefahren" erachten Sie als weit weniger wichtig, sagen wir viermal weniger wichtig als „Geologie, Grundwasser". Sie würden das Kreuz für „Naturgefahren" demnach bei 25 setzen.

1. Gewichtung der einzelnen Kriterien

Beim ersten Punkt bitte ich Sie die Kriterien innerhalb der fünf Kriterienbereiche zu gewichten.

> Weisen Sie zuerst dem **wichtigsten Kriterium** den Wert **100** zu und vergeben Sie danach den restlichen Kriterien **in Beziehung dazu** einen geringeren Wert oder den gleichen.





IV) Bereich Betrieb

überhaupt nicht wichtig 0 — 50 — am wichtigsten 100

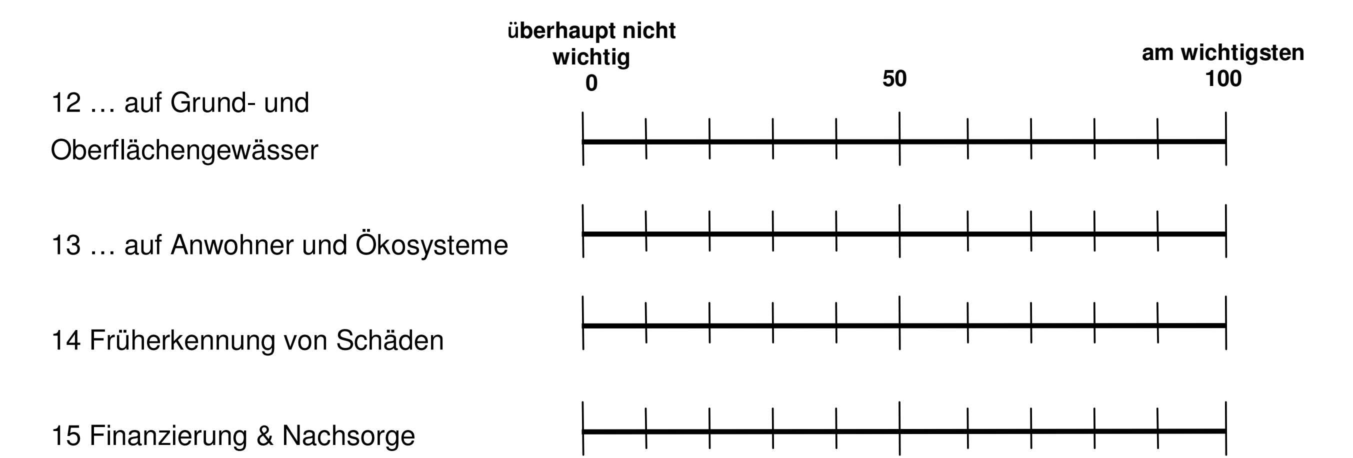
8 Annahmekontrolle

9 Qualitätssicherung

10 Ausbildung, Kompetenz

11 Arbeitssicherheit

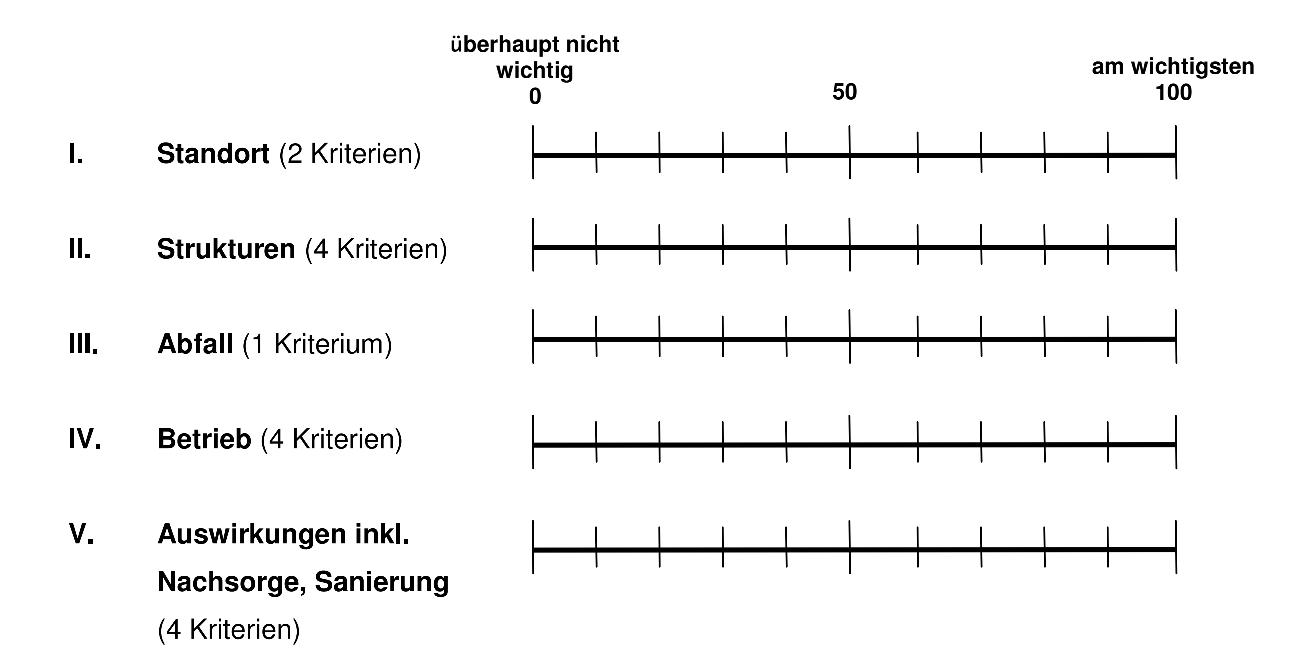
V) Bereich Auswirkungen inkl. Nachsorge, Sanierung



2. Gewichtung der fünf Kriterienbereiche

Bitte gewichten Sie nun nachfolgend die fünf Kriterienbereiche **Standort, Strukturen, Abfall, Betrieb, Auswirkungen inkl. Nachsorge, Sanierung**.

Weisen Sie wieder dem wichtigsten Bereich den Wert 100 zu und setzen Sie die restlichen Kriterienbereiche dazu in Beziehung. Bitte beachten Sie, die Anzahl der Kriterien in den jeweiligen Bereichen.



3. Beurteilung des Kriterienkatalogs

Wie **geeignet** (d.h. vollständig/ verständlich) finden Sie den angepassten Kriterienkatalog **insgesamt** (Kriterien, Indikatoren, Skalierung), um die Qualität aller Deponien in der Schweiz im Hinblick auf ihre potentiellen Risiken zu beurteilen?

- ☐ sehr geeignet
- ☐ geeignet
- ☐ eher geeignet
- ☐ unentschieden
- ☐ eher nicht geeignet
- ☐ nicht geeignet
- ☐ überhaupt nicht geeignet

- ☐ kann ich nicht beurteilen

4. Beurteilung der Bewertungsskala

Im Kriterienkatalog werden jedem Kriterium anhand von Indikatoren oder Beschreibungen von Zuständen **Risikopunkte** auf einer Skala von 0 bis 100 zugewiesen (0: sehr gute Qualität, 100: sehr schlechte Qualität). Am Ende werden diese Einzelbewertungen zu einem Gesamtratingwert zusammengefasst um Deponien vergleichen zu können.

Ich bitte Sie nun, die **Bewertungsskala** des angepassten Kriterienkatalogs zu beurteilen. Wie **angemessen** (entsprechend geeignet für die Kriterienbewertung), **transparent** (nachvollziehbar) und **anwendbar** (kann man die Skalierung verwenden?) finden Sie die Skalierung der Bewertungskriterien, um die Qualität aller Deponien in der Schweiz im Hinblick auf ihre potentiellen Risiken zu beurteilen?

- ☐ sehr angemessen
- ☐ angemessen
- ☐ eher angemessen
- ☐ unentschieden
- ☐ eher nicht angemessen
- ☐ nicht angemessen
- ☐ überhaupt nicht angemessen

- ☐ kann ich nicht beurteilen

- ☐ sehr transparent
- ☐ transparent
- ☐ eher transparent
- ☐ unentschieden
- ☐ eher nicht transparent
- ☐ nicht transparent
- ☐ überhaupt nicht transparent

- ☐ kann ich nicht beurteilen

- ☐ sehr anwendbar
- ☐ anwendbar
- ☐ eher anwendbar
- ☐ unentschieden
- ☐ eher nicht anwendbar
- ☐ nicht anwendbar
- ☐ überhaupt nicht anwendbar

- ☐ kann ich nicht beurteilen

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

10.4 Überblick über die Entwicklung des Kriterienkatalogs

Allgemeine Kriterien (SPA)	Operative Schlüsselvariablen (SPA)	Kriterienkatalog 0 (KK0) Oktober 2005	Kriterienkatalog 1 (KK1) Oktober 2006	Bereiche (KK1)	Kriterienkatalog 2 (KK2) März 2007	Bereiche (KK2)
C1: Leistung & Effizienz	Kontrolle der Freisetzung von Schadstoffen	K1: Freisetzung von Schadstoffen	K11: Auswirkungen auf Grundwasser und Oberflächengewässer	Auswirkungen	K 12: Auswirkungen des Sickerwassers auf Grundwasser und Oberflächengewässer	Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung
	Wirtschaftliche Verhältnismäßigkeit	-	-	-		
C2: Struktur	Technische und bauliche Strukturen	K2: Technische Einrichtungen	K3: Technische Barrieren	Strukturen	K3: Basis- und Seitenabdichtungen	Strukturen
			K4: Kompartimente und Entwässerung		K4: Kompartimente, Entwässerung	
			K5: Deponiegas-installationen		K6: Entgasung	
	Organisatorische Strukturen	K3: Organisation	K6: Betriebsreglement und Managementsystem	Betrieb	K9: Qualitätssicherung: Reglement, Journal und Jahresbericht	Betrieb
			K7: Ausbildung und Kompetenz	Betrieb	K10: Ausbildung, Kompetenz	Betrieb
	Informationsstrukturen	K4: Interventionszeit bei Allmählichkeitsschäden	K13: Erkennen von Schäden	Nachsorge	K14: Früherkennung von Schäden	Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung
C3: Kontext (Wechsel-wirkungen mit anderen Systemen)	Einbettung im natürlichen Umfeld	K5: Standort	K1: Geologie und Hydrologie	Standort	K1: Geologie, Grundwasser	Standort
	Einbettung im sozialen Umfeld	K6: Raumplanerische Einbettung	K12: Auswirkungen auf Anwohner und Ökosysteme	Auswirkungen	K13: Auswirkungen des Betriebes auf Anwohner und Ökosysteme	Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung
C4: Anpassungs-fähigkeit	Reparierbarkeit der technischen und baulichen Strukturen	K11: Reparierbarkeit	K14: Möglichkeiten zur Schadensbehebung und Schadensverhütung	Nachsorge		
	Flexibilität der Deponieplanung und der Kompartimentierung	K12: Flexibilität der Deponieauslegung			K5: Flexibilität Deponieauslegung	Strukturen
C5: Pufferkapazität und Widerstands-fähigkeit	Widerstandsfähigkeit gegenüber Veränderungen des natürlichen Umfelds	K7: Naturgefahren	K2: Naturgefahren	-	K2: Naturgefahren	
	Widerstandsfähigkeit gegenüber unbeabsichtigten menschlichen Einflüssen	K8: Explosionsgefahr	K8: Arbeitssicherheit	Betrieb	K11: Arbeitssicherheit	Betrieb
	Widerstandsfähigkeit gegenüber beabsichtigten menschlichen Einflüssen	K9: Sabotage	-	-		
	Reaktivität des abgelagerten Materials	K10: Reaktivität des Abfalls	K10: Reaktivität des Abfalls	Auswirkungen	K7: Abfallart	Abfall
C6: Intra- und Intergenerative Gerechtigkeit	Finanzierung der Nachsorgephase	K13: Nachsorge-finanzierung	K15: Nachsorgefinanzierung	Nachsorge	K15: Nachsorgefinanzierung	Auswirkungen, Nachsorge, Sanierung
	Belastung künftiger Generationen	-	-	-		
	Ressourcenkonzentration des abgelagerten Materials	-	-	-		
-	-	-	K9: Annahmekontrolle	Betrieb	K8: Annahmekontrolle	Betrieb